

## **Bachelorarbeit**

# **Welche Effekte auf die Posturale Kontrolle hat körperliches Training bei Frauen mit Osteoporose**

**Autorin/Autor: Schoch Ramona, 12-478-434**

<b>Departement:</b>	<b>Gesundheit</b>
<b>Institut:</b>	<b>Institut für Physiotherapie</b>
<b>Studienjahrgang:</b>	<b>2012</b>
<b>Eingereicht am:</b>	<b>23.04.2015</b>
<b>Begleitende Lehrperson:</b>	<b>Frau Karin Lutz Keller, PT, MSc</b>

## Inhaltsverzeichnis

Abstract .....	5
1. Einleitung .....	5
1.1. Einführung in die Thematik.....	5
1.2. Fragestellung der Arbeit .....	8
1.3. Zielsetzung, Aufbau der Arbeit und weitere Begründung der Fragestellung .....	8
2. Theoretischer Hintergrund.....	9
2.1. Osteoporose.....	9
2.2. Posturale Kontrolle .....	10
2.3. Trainingsgrundlagen – Allgemein und im Alter .....	12
3. Methode .....	14
4. Resultate .....	17
4.1. Arnold et al. (2008).....	18
4.1.1. Inhaltliche Zusammenfassung .....	18
4.1.2. Beurteilung .....	20
4.2. Madureira et al. (2007) .....	21
4.2.1. Inhaltliche Zusammenfassung .....	21
4.2.2. Beurteilung .....	23
4.3. Veillant et al. (2006) .....	24
4.3.1. Inhaltliche Zusammenfassung .....	24
4.3.2. Beurteilung .....	25
4.4. Bergland et al. (2011).....	26
4.4.1. Inhaltliche Zusammenfassung .....	26
4.4.2. Beurteilung .....	29
4.5. Nogueira Burke et al. (2012) .....	30

4.5.1. Inhaltliche Zusammenfassung .....	30
4.5.2. Beurteilung .....	32
5. Diskussion.....	33
5.1. Qualitativer Vergleich und Hypothesen zu den Studienresultaten.....	33
5.2. Relevanz für die Fragestellung dieser Arbeit.....	35
5.3. Vergleich und Interpretation der Interventionen und Resultate .....	36
5.4. Limitationen.....	39
6. Schlussteil .....	40
6.1. Schlussfolgerung.....	40
6.2. Konsequenzen für die Praxis .....	40
6.3. Ausblick.....	41
Literaturverzeichnis .....	42
Abbildungsverzeichnis.....	46
Tabellenverzeichnis.....	46
7. Danksagung .....	47
8. Eigenständigkeitserklärung .....	47
9. Wortanzahl .....	47
Anhang.....	48
Tabellen und Matrizen .....	48
Glossar .....	68
Ausdauer.....	68
Backward Tandem Walk (BWTW).....	68
Berg Balance Scale (BBS) .....	68
Beweglichkeit .....	69
Clinical Test for Sensory Interaction in Balance (CTSIB) und deren modifizierte Variante (CTSIBm).....	69

Functional Assessment System - FAS (inkl. Sit-to-Stand und Self-paced-Walk) .....	70
Functional Reach (FR) .....	71
Koordination .....	71
Kraft.....	72
Limits of Stability Test (LoST) .....	72
Maximum Walking Speed (MWS) .....	73
One Leg Balance (OLB) - Einbeinstand .....	73
Schnelligkeit .....	74
Timed Up and Go (TUG) .....	74
Training .....	75

## **Abstract**

Physiotherapeuten und –therapeutinnen treffen in ihrem Alltag immer wieder auf Patientinnen mit Osteoporose und Gleichgewichtsproblemen. Osteoporose führt zu einem erhöhten Frakturrisiko. Vermindertes Gleichgewicht kann Stürze mit sich bringen, wodurch ebenfalls Frakturen resultieren können. Daher soll mit dieser Arbeit folgende Frage beantwortet werden: "Welche Effekte auf die Posturale Kontrolle hat körperliches Training bei Frauen mit Osteoporose?". In den Datenbanken Medline, PubMed, CINAHL und PEDro wurde dazu nach thematisch geeigneten Studien gesucht und fünf Passende gefunden. Diese wurden anhand des EMED-Rasteres ((n.d.), basierend auf den Leitfragen nach LoBiondo-Wood und Haber (2005) sowie Burns und Grove (2005)) sowie durch ergänzende Aspekte des Beurteilungsformulars nach Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch & Westmorland (1998) beurteilt. Anschliessend wurden die Studien bezüglich Qualität und Inhalt verglichen. Dabei zeigte sich, dass ein Trainingsprogramm einen positiven Einfluss auf die Posturale Kontrolle von Osteoporosepatientinnen haben kann. Zwingend enthalten sein sollte Gleichgewichtstraining. Weiter kann das Programm durch Kräftigung, Dehnen, Haltungsschulung und andere Aspekte des körperlichen Trainings ergänzt werden. Es kann klar gesagt werden, dass körperliches Training bei Osteoporosepatientinnen indiziert ist, um die Posturale Kontrolle zu verbessern.

Keywords: postural control, osteoporosis, women, physical exercise, training

## **1. Einleitung**

### **1.1. Einführung in die Thematik**

Aufgrund eines komplexen Zusammenspiels von verbesserter medizinischer Versorgung, gesunder Ernährung, erhöhtem Wohlstand und weiteren Faktoren hat die Lebenserwartung in den letzten Jahren zugenommen (Vaupel & v. Kistowski, 2005). Betrachtet man die Zeitspanne von 2002 bis 2012, so hat die Lebenserwartung bei 55-70 jährigen Frauen um rund ein Jahr zugenommen.

Auch diejenige der 70-80 Jährigen ist zwischen einem halben und einem ganzen Jahr gestiegen (Bundesamt für Statistik BSF, 2014).

In einer Umfrage des schweizerischen Bundesamtes für Statistik zeigte sich, dass bis zum Jahre 2012 rund jede zehnte Frau zwischen 55 und 64 bereits mindestens einmal wegen Osteoporose in ärztlicher Behandlung gewesen war. Bei den Frauen ab 75 Jahren waren dies bereits rund 20% (Bundesamt für Statistik BSF, 2012). Osteoporose gilt als ein wichtiges Gesundheitsproblem der alternden Gesellschaft (Gunendi, Ozyemisci-Taskiran & Demirsoy, 2008). Ihr wird von der World Health Organization (2003) eine wachsende Bedeutung zugesprochen. Frauen sind dreimal häufiger von Osteoporose betroffen als Männer (World Health Organization, 2003).

Mit der Osteoporose steigt das Risiko eine Fraktur zu erleiden, was für Personen mit steigendem Alter verheerende Folgen haben kann (de Kam, Smulders, Weerdesteyn & Smits-Engelsman, 2009). Ein Risikofaktor für Frakturen sind Stürze (Beserra da Silva, Costa-Paiva, Siani Morais, Mezzalira, de Oliveira Ferreira, & Mendes Pinto-Neto, 2010). Stürze können dazu führen, dass die betroffene Person nicht mehr in der Lage ist, für sich selber zu sorgen, immer immobiler wird, in ihren täglichen Aktivitäten eingeschränkt und dauerhaft auf Hilfe angewiesen ist (World Health Organization, 2007). In der Studie von Beserra da Silva et. al. (2010) zeigte sich, dass ein grösserer prozentualer Anteil an Frauen mit postmenopausaler Osteoporose, im Gegensatz zu Frauen ohne Osteoporose, im Verlaufe eines Jahres mindestens einmal gestürzt sind. Aufgrund der Einschränkungen in der Mobilität sehen es de Kam et al. (2009) als wichtig an, dass Interventionen zur Sturzprophylaxe immer auch Elemente zur Verbesserung von Gleichgewicht/posturaler Kontrolle und Muskelkraft enthalten.

Die Posturale Kontrolle ist von essenzieller Bedeutung für das Ausüben von alltäglichen Tätigkeiten, wie gehen oder aufstehen, sowie für die bewusste Bewegungskoordination (Abreu, Trevisan, Costa, Vasconcelos, Gomes, & Carneiro, 2010). Auch Sturnieks, St George und Lord (2008) betonen in ihrem

Review, dass eine gute Balance eine notwendige Fähigkeit für die Alltagsaktivitäten ist. Für eine gute Balance müssen sowohl sensorische Informationen bezüglich der Körperposition im Raum verarbeitet, als auch angemessene motorische Aktivitäten ausgeführt werden, um Bewegungen kontrollieren zu können. Weiter kommen sie in demselben Review zum Schluss, dass Gleichgewichtsstörungen bei älteren Personen häufig seien.

Abreu et al. (2010) zeigten in ihrer Studie, dass sich im Alter die Posturale Kontrolle verändert. Zudem fanden sie bei Frauen mit Osteoporose, verglichen mit Frauen ohne Osteoporose, eine zusätzliche Abnahme der posturalen Kontrolle. Auch Nogueira Burke, Renovato França, Ferreira de Meneses, Inhasz Cardoso, Rodrigues Pereira, Figueredo Danilevicius und Pasqual Marques (2010) zeigten diesen Unterschied zwischen der Posturalen Kontrolle von älteren Personen mit und ohne Osteoporose in ihrer Studie auf. Beide vermuten die Ursache in stärkeren körperlichen Veränderungen bei Osteoporosepatientinnen als der Kontrollgruppen. Nogueira Burke et al. (2010) fanden bei Osteoporosepatientinnen eine verstärkte Kyphose der Brustwirbelsäule und eine Kopfprotraktion. Ansonsten konnte keine Begründung gefunden werden.

Studien haben gezeigt, dass die Posturale Kontrolle bei gesunden Personen mittels gezieltem Training trainiert und verbessert werden kann. Möglicherweise reagieren Osteoporosepatientinnen anders auf Kraft- und Gleichgewichtstraining, da beide Faktoren bei dieser Patientengruppe eingeschränkt sind (de Kam et al., 2009). Auch Nogueira Burke, Renovato França, Ferreira de Meneses, Rodrigues Pereira und Marques (2012) unterstützen diese Aussage und nennen die Effizienz von Training bei dieser Patientengruppe als weniger genau untersucht und umstrittener.

Physiotherapeuten behandeln in ihrem beruflichen Alltag häufig Patienten mit Gleichgewichtsproblemen (Horak, Wrisley & Frank, 2009). Aus Sicht der Autorin ist es für Physiotherapeuten zentral zu wissen, welchen Effekt körperliches Training auf die Posturale Kontrolle von Osteoporosepatientinnen hat, damit eine adäquate und zielgerichtete Therapie durchgeführt werden kann. Es gibt

zahlreiche Studien, die sich mit der Prophylaxe von Osteoporose durch Ernährung oder körperliche Aktivität befassen. Bezüglich der Therapie wird in verschiedenen Studien verglichen, wie sich unterschiedliche Medikamente oder körperliche Aktivität auf die Knochenmineraldichte auswirkt (World Health Organization, 2003). Doch welche weiteren positiven Effekte mittels körperlichem Training bei Osteoporosepatientinnen erreicht werden können, wird aus Sicht der Autorin weniger oft hervorgehoben. Darum beschäftigt sich diese Arbeit mit der Frage:

## **1.2. Fragestellung der Arbeit**

Welche Effekte auf die Posturale Kontrolle hat körperliches Training bei Frauen mit Osteoporose?

## **1.3. Zielsetzung, Aufbau der Arbeit und weitere Begründung der Fragestellung**

Zur Beantwortung dieser Frage werden im folgenden Kapitel die Begriffe Osteoporose und Posturale Kontrolle kurz erklärt sowie grob die Grundlagen zu körperlichem Training wiedergegeben. In den weiteren Kapiteln werden Studien zu diesem Thema analysiert, auf deren Qualität geprüft und anschliessend verglichen. In einer abschliessenden Diskussion werden die wichtigsten Aspekte zur Beantwortung der obigen Fragestellung noch einmal aufbereitet. Dies mit dem Ziel für den physiotherapeutischen Alltag Empfehlungen zu körperlichem Training bei Osteoporosepatientinnen zur Verbesserung der posturalen Kontrolle geben zu können. Die Intervention wurde mit „körperlicher Aktivität“ bewusst sehr offen gelassen, um eine breite Palette an möglichen Trainingsschwerpunkten (z. B. Kraft oder Gleichgewichtstraining) oder auch Kombinationen davon einzuschliessen. Dies führt dazu, dass die verschiedenen Arten von Interventionen verglichen werden können, auch weil die Posturale Kontrolle unterschiedliche Aspekte hat und daher vermutet wird, dass verschiedene Aktivitäten einen Einfluss auf die Posturale Kontrolle haben könnten. Ein weiterer Grund für die Wahl zur „körperlichen Aktivität“ ist die aktuelle Forschungslage, da für einzelne



spezifische Aktivitäten (z.B. Krafttraining) nicht genügend Studien gefunden werden konnten, welche die restlichen Einschlusskriterien erfüllten.

## **2. Theoretischer Hintergrund**

In diesem Kapitel wird ein kurzer Einblick in den theoretischen Hintergrund dieser Arbeit gegeben. Für die Fragestellung zentrale Begriffe wie Osteoporose und Posturale Kontrolle werden erklärt, sowie ein kurzer Einblick in die Trainingsgrundlagen gegeben. Diese Begriffe werden genauer erläutert, da sie aus Sicht der Autorin zentrale Eckpfeiler der gewählten Fragestellung darstellen. Im Teil der Trainingsgrundlagen wird genauer auf die koordinativen und die konditionellen Fähigkeiten, sowie die Notwendigkeit von Training im Alter eingegangen. Unter den konditionellen Fähigkeiten werden laut Hegner (2009) die Aspekte Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Schnelligkeit zusammengefasst. Dieses Kapitel dient als Überblick und ist daher oberflächlich gehalten, Begriffsdefinitionen sind im Glossar aufgeführt.

### **2.1. Osteoporose**

„Die Osteoporose ist eine systemische Skeletterkrankung, charakterisiert durch eine unzureichende Knochenfestigkeit, Verschlechterung der Mikroarchitektur des Knochengewebes und erhöhte Frakturneigung“ (NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis, 2001, zit. nach Lange, Müller-Ladner & Pfeilschiftler, 2011, S. 844). Der Begriff Knochenfestigkeit beinhaltet das Zusammenwirken von Knochendichte und Knochenqualität“ (Lange et al., 2011). Zur klinischen Diagnosestellung der Osteoporose wird die Knochenmineraldichte (BMD) gemessen. Weicht diese 2.5 oder mehr Standardabweichungen der durchschnittlichen Knochenmineraldichte von jungen Erwachsenen ab, wird von Osteoporose gesprochen ( $T\text{-score} \leq -2.5$ ) (World Health Organization, 2003). Die Osteoporose führt häufig zu Frakturen, kann sich aber auch durch äussere Hinweise zeigen, wie beispielsweise verminderte Körpergrösse, einen Witwenbuckel oder das Tannenbaumphänomen. Nach einer ersten Fraktur steigt das Risiko für weitere Frakturen deutlich an. Behandelt werden kann Osteoporose einerseits medikamentös, andererseits sind aber auch regelmässige körperliche

Betätigung, Massnahmen zur Sturzprophylaxe, eine ausreichende Vitamin D-Zufuhr, sowie weitere Massnahmen wichtig (Krieg & Seitz, 2006). Die meisten Frakturen im Alter resultieren aus einem Sturz. Personen mit Osteoporose sollten daher zu einem aktiven Lebensstil motiviert werden und an Sturzpräventionsprogrammen teilnehmen (World Health Organization, 2003).

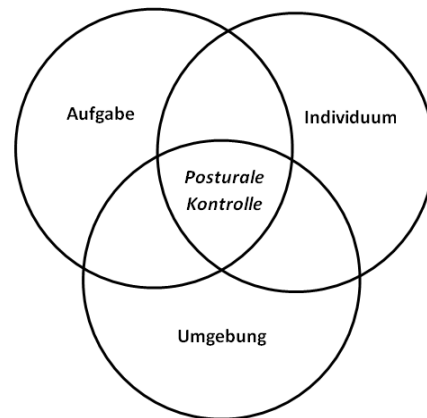
## **2.2. Posturale Kontrolle**

Bereits 1987 hat Horak die Posturale Kontrolle als die Fähigkeit, das Gleichgewicht unter Einfluss der Schwerkraft zu halten, indem der Körperschwerpunkt über der Unterstützungsfläche gehalten oder allenfalls wieder über diese gebracht wird, bezeichnet (Horak, 1987). Sie wird als ein komplexer, funktioneller, dynamischer sensomotorischer Prozess angeschaut, welcher zwei Hauptziele verfolgt. Dies ist einerseits die Posturale Orientierung und andererseits das Posturale Equilibrium. Die Posturale Orientierung beinhaltet das aktive Aligment von Rumpf und Kopf mit Einbezug von Schwerkraft, Unterstützungsfläche, visuellen Inputs sowie internen Referenzen. Zusätzlich werden somatosensorische und vestibuläre Informationen integriert und kontextbezogen vom Individuum gewichtet (Horak, 2006). Auf der anderen Seite steht das Posturale Equilibrium, welches verschiedene Bewegungsstrategien koordiniert. Dies sowohl bei selbst initiierten, als auch bei äusseren Einflüssen auf das Gleichgewicht, so dass der Körper stabil gehalten werden kann. Welche Strategie gewählt wird, ist einerseits von der Art des Einflusses, und andererseits von Erwartungen, Zielen und Erfahrungen des Individuums abhängig (Horak, 2006). Für eine adäquate Posturale Kontrolle müssen vestibuläre, visuelle sowie somatosensorische Informationen bezüglich Bewegungen verarbeitet und entsprechend auf diese reagiert werden (Speers, Kuo & Horak, 2001). Die Posturale Kontrolle ist wichtig zur Unterstützung von Bewegungen der Extremitäten, des Kopfes und des Rumpfes. Durch reaktive oder antizipative Anpassungen wird verhindert dass der Körper aus dem Gleichgewicht gerät (Deliagina, Orlovsky, Zelenin & Beloozerova, 2006).

Nach der Systemtheorie von Shumway-Cook und Woollacott (2001 und 1990, zit. nach Barth, 2005, S. 179) entsteht die Posturale Kontrolle, wie in Abbildung

1 dargestellt, durch das Zusammenspiel des Individuums mit einer Aufgabe und der Umgebung.

Bader-Johansson (2000, S. 23) definiert Posturale Kontrolle als „die Art des Nervensystems, mit zweckmässiger Muskelspannung Muskulatur zu aktivieren in



**Abbildung 1: Modell zur Posturalen Kontrolle nach Shumway-Cook & Woollacott (2012)**

verschiedenen Stellungen oder Bewegungen und bei äusserer Störung die vertikale Projektion des Schwerpunkts innerhalb der Unterstützungsfläche beizubehalten“. Zudem seien für eine normale Posturale Kontrolle verschiedene Faktoren nötig, wie zum Beispiel die Fähigkeit genügend Muskelkraft zu erzeugen, die inneren Verhältnisse der Körpersegmente zueinander abzustimmen oder das Vorhandensein einer ausreichenden Gelenkbeweglichkeit für die Koordination (Bader-Johansson, 2000). Die Fähigkeit zu stehen, zu gehen und mit der Umwelt zu interagieren ist von verschiedenen physiologischen Systemen abhängig. Daher führt eine Störung in einem dieser Systeme zu einer kontextspezifischen Instabilität der Posturalen Kontrolle (Horak, 2006). So kann beispielsweise ein unsicheres Gangbild durch visuelle Einschränkungen, verminderte Kraft, eingeschränkte Beweglichkeit oder andere Faktoren bedingt sein.

Mit dem Älterwerden verändern sich auch verschiedene Körpersysteme und Fähigkeiten, die einen Einfluss auf die Posturale Kontrolle haben, so zum Beispiel die Kraft, die Ausdauer, die Reaktionsgeschwindigkeit oder die Beweglichkeit von Gelenken, wie auch die Fähigkeit sich an wechselnde Umweltbedingungen anzupassen. Es sind also verschiedene Ursachen, die zu einer verminderten posturalen Kontrolle im Alter führen können (Barth, 2005).

Nach Horak (1987) kann das posturale Kontrollsystem für das Assessment in drei elementare funktionelle Komponenten unterteilt werden. Diese

Komponenten werden als biomechanische Komponenten (muskuloskeletales System) , die Bewegungskoordination (automatische posturale Reaktionen) sowie die Komponenten der sensorischen Organisation (posturale Orientierung) bezeichnet (Horak, 1987).

In der Literatur sind die Meinungen zur Trainierbarkeit von posturaler Kontrolle geteilt. Einerseits besteht die Ansicht, dass die Posturale Kontrolle durch Üben und Trainieren von Kraft, Beweglichkeit, Aufmerksamkeit, Konzentration und Fokussieren des Blickes gefördert werden könne (Barth, 2005), andererseits besteht die Meinung, dass es nicht eine allgemeine Posturale Kontrolle gebe, die trainiert werden könne, da die Posturale Kontrolle immer an eine Aktivität (z.B. sitzen, stehen, gehen und so weiter) gebunden und abhängig von der spezifischen Situation sei (Huber, 2014).

Obwohl Posturale Kontrolle nicht exakt dasselbe aussagen würde, wie Balance und Gleichgewicht, werden sie zur besseren Lesbarkeit oft synonym verwendet (Huber, 2014). Dies wird auch in dieser Arbeit so gehandhabt.

### **2.3. Trainingsgrundlagen – Allgemein und im Alter**

Besonders im Alter ist es unerlässlich im präventiven und therapeutischen Training die drei Faktoren Koordination, Kraft und Ausdauer zu trainieren (Laube, 2009). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass mit gut beschriebenen Übungen die funktionellen Fähigkeiten verbessert werden können (Sturnieks et al., 2008). Im Bezug auf die Sturzprophylaxe wurde aufgezeigt, dass ein Übungsprogramm für zu Hause effektiv sei (Gillespie et al., 2009, zit. nach Simek, McPhate & Haines, 2012, S. 263).

Koordinationstraining hat verschiedene Ziele, so zum Beispiel die Körperstabilität zu halten, sowie Bewegungen des täglichen Lebens wieder und kompensatorische Bewegungsmuster neu zu erlernen. Weiter soll eine Verbesserung, Stabilisierung und variable Verfügbarkeit des Gleichgewichtverhaltens erreicht, sowie sensomotorische Reaktionen bei unvorhergesehenen Ereignissen erlernt werden (Laube, 2009). Es existieren laut Laube (2009) keine fachlich einfachen, aufwandarmen und schnell zugänglichen Belastungsparameter, welche die Be-

stimmung einer optimalen Kontrolle und Dosierung ermöglichen würden. Sie müssen subjektiv bezüglich der Ausführungsqualität sowie Ermüdungseinwirkung eingeschätzt werden.

Für das Ausdauertraining wird zwischen vier Trainingsmethoden unterschieden; die Dauermethode, die Intervallmethode, die Wiederholungsmethode und schliesslich die Wettkampfmethode (Laube, 2009). Ausdauertraining mittels der Dauermethode zeichnet sich durch eine kontinuierliche Belastung während 20-60min aus. Die Intensität sollte dabei so gewählt werden, dass mindestens 20min durchgeführt werden können, ansonsten muss zur intervallartigen Belastung gewechselt werden. Bei der Intervallmethode wechseln sich Belastung und Erholung ab. Dabei wird die Erholungsphase so gewählt, dass es nicht zu einer vollständigen Erholung kommt. Bei der Wiederholungsmethode hingegen müssen die Pausen eine beinahe vollständige Erholung ermöglichen. Dafür erfolgen bei der Wiederholungsmethode nur noch rund 3-5 Wiederholungen mit 90-100% der Bestleistung. Für die Wettkampfmethode wird das Training so wettkampfnah als möglich gestaltet, mit möglichst realen Bedingungen (Haas & Schmidbleicher, 2011).

Im Alltag trifft man auf zahlreiche Situationen, in welchen man für deren sichere Bewältigung auf ausreichend Kraft angewiesen ist. Ein Beispiel dafür ist das Hochheben eines Gegenstandes. Dazu ist nicht nur genügend Muskelkraft in den Extremitäten erforderlich, sondern auch der Rumpfmuskulatur. Weiter hat die Kraft der Kniestreck- und Wadenmuskulatur entscheidenden Einfluss auf die Standsicherheit. Daher ist die Muskelkraft ein entscheidender Faktor für die selbstständige Lebensführung und Mobilität, besonders im Alter (Leyk, Erley, Gorges, Ridder, Wunderlich, Rüther, Sievert, Essfeld & Baum, 2008). Leyk et al. (2008) leiten aus ihrer Analyse ab, dass für ältere Personen dieselben Trainingsgrundsätze verwendet werden können wie für jüngere. Granacher & Borde (2013) kommen in ihrem Artikel zum Schluss, dass vor allem Schnellkrafttraining für die unteren Extremitäten (Trainingsdauer 10 Wochen, zwei Trainingseinheiten pro Woche mit je drei Übungssätzen), sowie Rumpfkrafttraining für eine Verbesserung des Gleichgewichtes und der Mobilität

im Alter vielversprechend seien. Granacher, Gollhofer und Zahner (2011) sind der Ansicht, dass für das Krafttraining im Alter vor allem Massnahmen zum Training der Explosivkraft angewandt werden sollen, da dies funktionell gesehen hilfreicher ist, um Stürze zu vermeiden.

Zur Dehnung der Muskulatur haben sich verschiedene Techniken etabliert. Welche dieser Techniken gewählt werden soll, hängt von den individuellen Vorlieben sowie den Bedürfnissen der Person ab. Wichtig sei jedoch, dass das Training der Beweglichkeit immer mit Krafttraining verbunden wird, damit eine möglichst grosse Gelenkstabilität erhalten bleibt (Hegner, 2009).

Nicht nur im Sport ist Schnelligkeit oft ein wichtiger Faktor, sondern auch im Alter zur Prophylaxe von Stürzen, Unfällen oder Verletzungen. Unterschieden wird die Schnelligkeit in Beschleunigungsfähigkeit, Reaktions-, Aktions- und Handlungsschnelligkeit (Hegner, 2009).

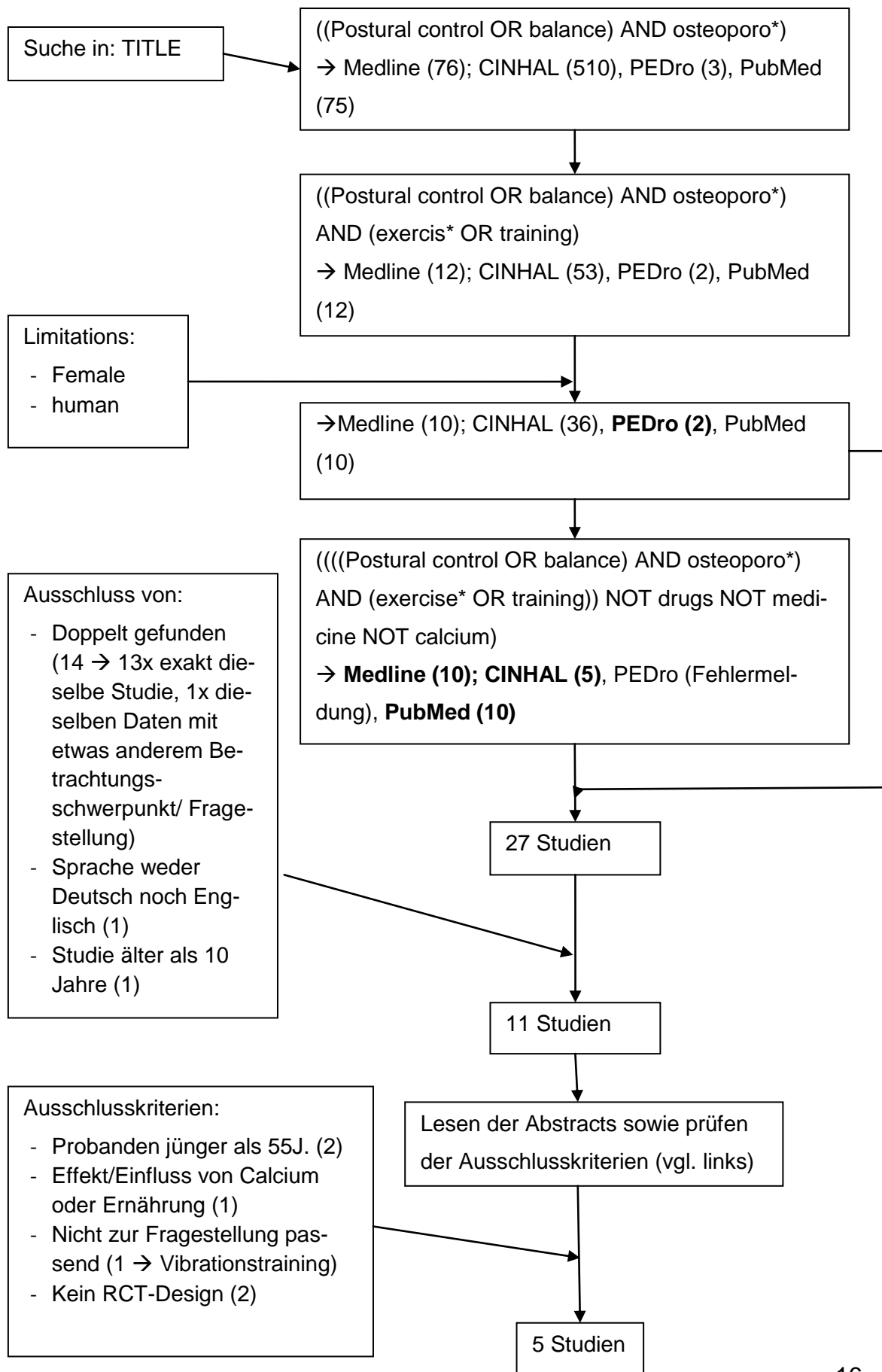
### 3. Methode

Für ein solides Hintergrundwissen las sich die Autorin zuerst in die Thematik ein, formulierte geeignete Keywords und überlegte sich sinnvolle Limitierungen und Abgrenzungen. Anschliessend wurde in den Datenbanken Medline, PubMed, CINAHL und PEDro mit den Keywords (*((Postural control OR balance) AND osteoporosis\*)*) gesucht, was total 664 Resultate ergab (Medline: 76, PubMed: 75, CINAHL: 510, PEDro: 3). Aufgrund der grossen Anzahl gefundener Studien wurde die Recherche mit den Keywords und Verknüpfung *AND (exercis\* OR training)* weiter eingegrenzt und anschliessend die Limitierungen „human“ und „female“ gesetzt (Medline (10); CINAHL (36), PEDro (2), PubMed (10)). Die Suche in den Datenbanken Medline, PubMed und CINAHL wurde weiter eingeschränkt mit (*NOT drugs NOT medicine NOT calcium*), was zu total 25, zusammen mit den beiden von PEDro 27 Studien führte. Ausgeschlossen wurden doppelt gefundene Studien, sowie Studien, die in einer anderen Sprache als Deutsch oder Englisch verfasst oder älter als 10 Jahre waren. Dies führte zu einer Reduktion auf elf Studien, deren Abstracts anschliessend gelesen

und auf folgende weitere Ausschlusskriterien geprüft wurden: Probanden jünger als 55 Jahre, anderes Design als Randomized Controlled Trial (RCT), Messung des Effekts/Einflusses von Calcium oder Ernährung oder thematisch nicht zur Fragestellung passend. Nach diesem Schritt blieben fünf Studien übrig. Folgende Studien wurden schliesslich in die Arbeit eingeschlossen:

- A randomized clinical trial of aquatic versus land exercise to improve balance, function and quality of life in older women with osteoporosis (Arnold, Busch, Schachter, Harrison, & Olszynski, 2008)
- Effect of exercise on mobility, balance, and health-related quality of life in osteoporotic women with a history of vertebral fracture (Bergland, Thorsen, & Kåresen, 2011)
- Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis (Madureira, Takayama, Gallinaro, Caparbo, Costa, & Pereira, 2007)
- Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises (Nogueira Burke et al., 2012)
- Balance, aging, and osteoporosis: effects of cognitive exercise combined with physiotherapy (Vaillant, Vuillerme, Martigné, Caillat-Miosse, Parisot, Nougier & Juvin, 2006)

Die einzelnen Schritte der Studiensuche können dem Flow-Chart (Abbildung 2) entnommen werden.





Die gewählten Studien wurden weiter anhand des EMED-Rasters (n.d.), basierend auf den Leitfragen nach LoBiondo-Wood und Haber (2005) sowie Burns und Grove (2005), beurteilt, da dieses zahlreiche unterschiedliche Kriterien beinhaltet und so die Studien von verschiedenen Ebenen her beurteilt werden. Zur Ergänzung wurden einzelne Punkte des Formulars nach Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch & Westmorland (1998) zusätzlich hinzugezogen. Dies ergab eine Beleuchtung und Analyse der Studien bezüglich zahlreichen Aspekten, wodurch auch kleinere Details mit einbezogen werden konnten. Die verwendeten Kriterien zur Beurteilung können in Tabelle 8 und Tabelle 9 entnommen werden. Im Anschluss wurden die Studien sowohl bezüglich ihrer Resultate und ihrer Vorgehensweise, als auch ihrer Beurteilung verglichen, diskutiert und auf die Fragestellung bezogen. Aus diesen Schritten leiteten sich Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die Praxis oder weitere Forschung ab.

Zu einer verbesserten Lesbarkeit wird die männliche Form stellvertretend für beide Geschlechter verwendet, ausser es ist explizit nur die weibliche Form gemeint.

## **4. Resultate**

In diesem Abschnitt werden die einzelnen untersuchten Studien zusammengefasst sowie anhand der oben erwähnten Beurteilungsformulare (EMED-Raster (n.d.), basierend auf den Leitfragen nach LoBiondo-Wood und Haber (2005) sowie Burns und Grove (2005) und Law et al. (1998)) beurteilt. Dabei werden in der Zusammenfassung ausschliesslich Aspekte berücksichtigt und aufgeführt, welche für die Fragestellung dieser Arbeit relevant sind. Ergänzende Informationen zum Inhalt der Studien können Tabelle 11 bis Tabelle 13 und Informationen zur Beurteilung Tabelle 10,

Tabelle 14 und Tabelle 15 entnommen werden. Sämtliche in diesem Teil erwähnten Outcome-Messungen sind im Glossar erläutert.

#### **4.1. Arnold et al. (2008)**

##### ***4.1.1. Inhaltliche Zusammenfassung***

Arnold et al. (2008) führten eine Studie durch, in welcher sie an Osteoporosepatientinnen den Effekt eines Übungsprogrammes im Wasser und eines Übungsprogrammes an Land auf das Gleichgewicht, die Funktion und die Lebensqualität testeten, diesen miteinander und mit einer Kontrollgruppe verglichen.

Zur Rekrutierung von geeigneten Patientinnen wurde Werbung gemacht und interessierte Patientinnen wurden auf die verschiedenen Ein- und Ausschlusskriterien (Tabelle 11) getestet. Diejenigen, welche für die Studie geeignet waren, wurden laufend randomisiert in eine der beiden Interventionsgruppen eingeteilt (Wasser- oder Landgruppe). Sobald die beiden Gruppen genügend Teilnehmerinnen hatten, kamen die weiteren Patientinnen auf eine Warteliste, welche zeitgleich als Kontrollgruppe wirkte. Das heisst, während der ersten Durchführungsperiode waren die Teilnehmerinnen dieser Gruppe die Kontrollgruppe. Anschliessend wurden auch sie wieder randomisiert in die beiden Interventionsgruppen eingeteilt und ein erneuter Block an Trainingseinheiten gestartet. Diese Patienten waren also in zwei Gruppen (Kontroll- und eine der Interventionsgruppen) vertreten. Am Ende standen die Daten von 26 Teilnehmerinnen der Wassergruppe, 27 der Landgruppe sowie 23 der Kontrollgruppe zur Verfügung.

Als, für diese Arbeit relevante, Outcome-Messungen wurden der Berg Balance Scale (BBS), die Functional Reach (FR), der Backward tandem Walk (BwTW) sowie zwei Elemente (Sit-to-Stand – StS, und self-paced walk – spW) des Functional Assessment System (FAS) gewählt. Die Messungen wurden jeweils vor und nach der Interventionsperiode von allen Teilnehmerinnen gemacht, das Training dauerte 50 Minuten und fand während zwanzig Wochen dreimal wö-

chentlich statt. Beide Gruppen trainierten am selben Ort, allerdings an einem anderen Tag.

Beide Programme waren gleich aufgebaut (Tabelle 1), die einzelnen Übungen an das entsprechende Medium (Wasser oder Land) angepasst. Der Auftrag an die Kontrollgruppe kann ebenfalls Tabelle 1 entnommen werden.

**Tabelle 1**

*Trainingsinhalte Wasser- und Landgruppe von Arnold et al. (2008)*

<b>Zeit</b>	<b>Inhalte</b>
15 Minuten	Warm-Up und Förderung der allgemeinen Beweglichkeit
20 Minuten	Kräftigung
10 Minuten	Gleichgewichtsübungen
5 Minuten	Cool-Down

Note: Trainingsintensität: moderat (12-14 auf der 20-teiligen Borg-Skala); Die Teilnehmerinnen der Wait-List-Kontrollgruppe wurden aufgefordert während der Zeit auf der Warteliste ihr gewohntes Aktivitätslevel nicht zu ändern und trafen sich während dieser Periode einmal monatlich an einem interventionsfremden Ort für ein rein soziales Treffen.

**Tabelle 2**

*Resultate Arnold et al. (2008)*

	<b>Signifikant</b>	<b>Nicht signifikant</b>
BBS	-	Vergleich aller drei Gruppen
FR	Nur mittels MANCOVA ist eine signifikante Verbesserung der beiden Gruppen ersichtlich.	Direkter Vergleich der Gruppen, v.a. im Vergleich zur Kontrollgruppe
BwTW	Wassergruppe erzielte eine stärkere Verbesserung als die Landgruppe	Vergleich der Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe
FAS – StS und spW	-	Keine signifikanten Verbesserungen, Vergleich zwischen den Gruppen nicht signifikant

Note: BBS = Berg Balance Scale; FR= Functional Reach; BwTW= Backward Tandem Walk; FAS= Functional Assessment System; StS = Sit-to-Stand; spW = self paced Walking; MANCOVA (engl.) = multivariate Kovarianzanalyse

Die Forschungsgruppe interpretiert die Ergebnisse (Tabelle 2) so, dass die Fähigkeit eine Funktion im Wasser auszuführen nicht automatisch bedeute, dass dieselbe Funktion auch an Land ausgeführt werden kann. Die Hypothese, dass Training (an Land oder im Wasser) zu einer Verbesserung des Gleichgewichtes führen würde, konnte nicht bestätigt werden. Trotzdem folgern sie, dass bei Frauen mit Osteoporose Training zur Verbesserung von Gleichgewicht und Funktionalität, sowie zur Sturzprophylaxe wichtig sei. Da jedoch viele ältere Personen Gelenkschmerzen hätten, könnte ein Training im Wasser eine geeignete Alternative bilden. Dazu sei weitere Forschung nötig.

#### **4.1.2. Beurteilung**

Bei der Beurteilung anhand des EMED-Rasters (s.o.) erreichte die Studie von Arnold et al. (2008) total 20-mal ein „Ja“, 11 „Jein“ sowie drei „Nein“. Details können der Tabelle 10 entnommen werden.

Ein Negativpunkt der Studie ist, dass die Patientenrekrutierung via Werbung durchgeführt wurde, und sich interessierte Patientinnen selbstständig melden konnten, was dazu geführt haben könnte, dass die Teilnehmerinnen tendenziell motivierter waren, als die Gesamtpopulation. Weiter ist limitierend, dass es keine reine Kontrollgruppe gab, sondern die Form einer Wait-List-Kontrollgruppe gewählt wurde. Dadurch ist die Kontrollgruppe nicht unabhängig von den beiden Interventionsgruppen, da die Daten der Kontrollgruppe gleichzeitig auch für eine der beiden Interventionsgruppen verwendet worden sind. Zudem war die Stichprobengrösse für gewisse Tests zu klein um signifikante Resultate erreichen zu können und viele Patientinnen hatten bereits zu Beginn wenig Verbesserungspotential in mehreren Tests. Diese beiden Faktoren erschwerten das Erreichen von signifikanten Ergebnissen.

Andererseits ist positiv, dass die verwendeten Messinstrumente eine gute bis ausgezeichnete Reliabilität aufweisen und die Untersucher nicht wussten, wer zu welcher Testgruppe gehörte. So konnte verhindert werden, dass die Resultate verfälscht wurden. Sowohl die Patientenrekrutierung und der Aufbau des

Versuches, als auch Auswahl und Durchführung der Testsituationen, Aufbau der Trainingsprogramme, statistisches Vorgehen und die Resultate sind detailliert beschrieben. Das Trainingsprogramm wird bei Bedarf zur Verfügung gestellt. Was allerdings fehlt sind Angaben zur genauen Dosierung sowie der genauen Übungsauswahl.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Studie sehr sorgfältig durchgeführt und genau dokumentiert worden ist. Auch fehlende Daten wurden statistisch ergänzt und nicht so wie dies für die Fragestellung von Vorteil wäre. Insgesamt weist diese Studie eine gute bis sehr gute Qualität auf.

## **4.2. Madureira et al. (2007)**

### **4.2.1. Inhaltliche Zusammenfassung**

Das Ziel von Madureira et al. (2007) war, den Effekt eines 12monatigen Gleichgewichtstrainingsprogrammes auf die funktionelle und statische Balance, die Mobilität sowie Sturzhäufigkeit von Frauen mit Osteoporose zu untersuchen.

An der Studie nahmen 66 ambulante Patientinnen teil, welche die Ein- und Ausschlusskriterien (Tabelle 11) erfüllten.

Als klinische Tests wurden der BBS, der Clinical Test of Sensory Interaction for Balance (CTSIB) und der Timed Up and Go Test (TUG) sowohl vor als auch direkt nach der Trainingsperiode durchgeführt. Zudem führten alle Teilnehmerinnen ein Sturztagebuch.

Die Teilnehmerinnen wurden randomisiert in eine Interventions- und eine Kontrollgruppe eingeteilt. Die Interventionsgruppe absolvierte einmal pro Woche ein einstündiges Gleichgewichtstrainingsprogramm, überwacht und geleitet durch einen Physiotherapeuten. In dieses Trainingsprogramm sind die Übungen, welche von Tinetti und Suzuki beschrieben wurden, eingebaut worden. Der zeitliche Aufbau des Trainingsprogrammes kann Tabelle 3 entnommen werden.

Die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe (32) absolvierten kein Training, sondern erhielten nur die bisherige Behandlung der Osteoporose sowie Informationen zur Sturzprophylaxe und trafen sich alle drei Monate.

**Tabelle 3**

*Trainingsinhalte Madureira et al. (2007)*

<b>Zeit</b>	<b>Inhalte</b>
15 Minuten	Warm-Up (gehen mit angeleiteten Übungen für die oberen Extremitäten durch den Physiotherapeuten)
15 Minuten	Dehnübungen (Drehungen von Kopf und Schultern, Dehnen der oberen und unteren Extremitäten)
30 Minuten	Gleichgewichtstraining in dynamischen und statischen Positionen (Tandemgang, Zehengang, Fersengang, seitwärts gehen, während dem Gehen ein Bein und der gegenseitige Arm hochschwingen, Einbeinstand)
Heimprogramm:	3x pro Woche während je 30min die oben genannten Übungen durchführen

Note: Für die Durchführung des Heimprogrammes wurde ein Instruktion- und Informationsblatt abgegeben. Die Häufigkeit mit welcher die Teilnehmerinnen das Heimprogramm gemacht hatten, wurde jeweils durch den Therapeuten in der Gruppenlektion notiert.

Die Interventionsgruppe erzielte nach Abschluss des Programmes signifikant stärkere Verbesserungen im BBS, CTSIB und TUG. Zudem zeichneten sie weniger Stürze auf als die Patientinnen der Kontrollgruppe. Es wurden keine nicht signifikanten Ergebnisse erzielt.

Die Autoren kamen zum Schluss, dass Gleichgewichtstraining bei Osteoporosepatientinnen grosse Wirkung auf das Gleichgewicht, die Mobilität sowie auf die Sturzprophylaxe hat.

#### **4.2.2. Beurteilung**

Die Studie von Madureira et al. (2007) erzielte bei der Beurteilung anhand des EMED-Rasters (s.o.) total 17 mal ein „Ja“, 9 mal „Nein“ und 8 mal „Jein“ (vgl. Tabelle 10).

Mögliche Studienteilnehmende wurden zwar durch die Autoren der Studie eingeladen, konnten jedoch selber entscheiden ob sie mitmachen wollten oder nicht. Dies kann einen Einfluss auf die Motivation haben (motivierte Patientinnen machen eher mit) und dadurch das Resultat positiv beeinflussen. Jedoch weniger stark, als wenn sich die Patientinnen von sich aus hätten melden können.

Die durchgeführten Messungen waren reliabel, wurden ausführlich beschrieben und standardisiert, die Messungen mit Quellen angegeben. Die Tester waren geblindet. Weiter positiv war, dass das Übungsprogramm bezüglich der verwendeten Übungen relativ genau beschrieben worden war, allerdings wurden die Dosierungen ungenau angegeben, wenn auch noch immer deutlich genauer als bei anderen Studien.

Dadurch, dass auch der Kontrollgruppe Aufmerksamkeit geschenkt wurde (Erhalt von standardisierter Behandlung der Osteoporose sowie Informationen und mehrmalige Treffen), wird der systematische Fehler, dass nur die Interventionsgruppe weiss, worum es bei der Studie eigentlich geht und darum motivierter bei den Testungen dabei ist, vermindert. Sowohl die Testungen als auch das Trainingsprogramm können in der Praxis ohne spezielle Hilfsmittel oder Messgeräte angewendet werden können.

Auch diese Studie kann, trotz einiger qualitativer Defizite als gute Studie bezeichnet werden.

### **4.3. Veillant et al. (2006)**

#### **4.3.1. Inhaltliche Zusammenfassung**

Veillant et al. führten 2006 eine Studie zum Vergleich eines Übungsprogrammes isoliert mit demselben Übungsprogramm in Kombination mit kognitiven Aufgaben bei Osteoporosepatientinnen ab 70 durch.

Alle angefragten Frauen waren Teil eines Präventionsprogrammes von Komplikationen der Osteoporose. Diejenigen, die ihre Teilnahme zusagten, wurden auf die Ein- und Ausschlusskriterien (Tabelle 11) geprüft. Schliesslich nahmen 68 Patientinnen an der Studie teil.

Als Outcome-Messungen wurde der TUG sowie der one-leg balance Test (OLB) für beide Seiten verwendet. Beide Messungen wurden isoliert und in Kombination mit einer kognitiven Aufgabe in einem stillen Raum getestet. Alle Tests wurden dreimal durchgeführt und für jeden Test (TUG; OLB links und OLB rechts; mit und ohne kognitiver Komponente) jeweils der Durchschnitt der entsprechenden Messungen verwendet. Die Messungen wurden zu Beginn, zwei Wochen nach Ende der Intervention, sowie drei Monate nach Ende der Intervention durchgeführt.

Beide Gruppen absolvierten das Trainingsprogramm während 6 Wochen jeweils zweimal pro Woche. Die Inhalte der Trainingseinheiten können Tabelle 13 entnommen werden. Zum zeitlichen Ablauf der Einheiten werden keine Angaben gemacht.

Die Autoren zogen aus ihren Resultaten (Tabelle 4) die Schlussfolgerung, dass sich diese Übungen positiv auf die Posturale Kontrolle auswirken, da beide Gruppen signifikante Verbesserungen erzielten. Für die zusätzlichen kognitiven Aufgaben konnten keine signifikanten Effekte auf die Posturale Kontrolle gezeigt werden.



**Tabelle 4**

*Resultate Veillant et al. (2006)*

	Beginn	Nach der Intervention	Nach 3 Monaten (Vergleich zur 2. Messung)	Nach 3 Monaten (Vergleich zur 1. Messung)
Korrelation TUG und OLB	Schwache Korrelation → messen verschiedene Aspekte der PK			
Verbesserung IG	-	In allen Testvariationen	TUG noch immer signifikant, OLB nicht mehr	In allen Testvariationen
Verbesserung KG	-	In allen Testvariationen	TUG noch immer signifikant, OLB nicht mehr	In allen Testvariationen
Vergleich der Gruppen	IG im TUG besser als KG	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen	IG beim TUG + Kognitive Komponente signifikant besser	Kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen

Note: IG = Interventionsgruppe; KG = Kontrollgruppe; TUG = Timed Up and Go; OLB = One Leg Balance; PK = Posturale Kontrolle

#### **4.3.2. Beurteilung**

Bei der Würdigung anhand der Leitfragen des EMED-Rasters (s.o.) erreichte die Studie von Veillant et al. (2006) total 19 „Ja“-Punkte, 11 mal ein „Jein“ und nur 4 mal die Bewertung „Nein“. Details zur den einzelnen Teilabschnitten können der Tabelle 10 entnommen werden.

Die ersten grossen Negativpunkte finden sich bereits bei der Stichprobe (etwas klein) und den Vergleichsgruppen (nicht ähnlich; die Kontrollgruppe ist zu Beginn schlechter und hat daher mehr Verbesserungspotential). Weiter waren die Teilnehmerinnen der Studie bereits Teil eines Präventionsprogrammes für Osteoporose. Dies lässt vermuten, dass es sich um mehrheitlich motiviertere Pati-

entinnen mit allenfalls bereits grossem Wissen zu ihrer Erkrankung handelte, als dies bei dem Durchschnitt aller Osteoporosepatientinnen der Fall wäre. Hingegen ist positiv zu werten, dass die Tester und die Therapeuten, welche die Trainingseinheiten leiteten nicht Teil des Autorenteams und somit unabhängig waren. Zudem sind die Messinstrumente mit Quellen hinterlegt und die Korrelation zwischen den Messinstrumenten wurde ermittelt.

Das Interventionsprogramm wird bezüglich der Übungen nachvollziehbar beschrieben, jedoch fehlen Angaben zu Dosierungen, Dauer der Übungen und wann die kognitiven Aspekte bei der Interventionsgruppe genau hinzukamen. Da auch die Kontrollgruppe eine Behandlung erhielt, wurde vermieden, dass die Motivation in den Testsituationen bei der Interventionsgruppe deutlich grösser ist als bei der Kontrollgruppe.

Bei der Analyse wird wenig auf die Gefahr der Kontaminierung eingegangen. So wird zum Beispiel nicht erklärt, wie vermieden wurde, dass die Kontrollgruppe ebenfalls kognitive Aufgaben machte, denn aus Sicht der Autorin kann bereits ein einfaches Gespräch mit einer anderen Teilnehmerin während einer Übung als kognitive Aufgabe verstanden werden. Auch umfasste die Intervention nur 12 Trainingseinheiten.

In der Schlussfolgerung wird die Fragestellung etwas vernachlässigt, da sie auf den Effekt der kognitiven Aufgaben, den sie ja untersuchen wollten, nur noch am Rande eingehen.

Aus diesen Gründen wird die Studie - trotz des geringen Anteils an „Nein“-Punkten - nur als mässige bis gute Studie gewertet.

#### **4.4. Bergland et al. (2011)**

##### ***4.4.1. Inhaltliche Zusammenfassung***

Bergland et al. (2011) untersuchten in ihrer Studie den Effekt eines 3-monatigen Trainings und einer 3-stündigen Schulung (Umgang mit Osteoporose) auf die Mobilität, das Gleichgewicht, die Anzahl Frakturen sowie auf die generelle ge-

sundheitsbezogene Lebensqualität bei postmenopausalen Osteoporosepatientinnen.

Total wurden 89 Frauen in die Studie mit eingeschlossen, welche die Ein- und Ausschlusskriterien (Tabelle 11) erfüllten.

Die Hauptoutcomemessung war der „walking at maximum speed“ Test (MWS). Zusätzlich wurden der TUG sowie die FR durchgeführt. Weitere, für diese Arbeit nicht relevante Messungen können der Tabelle 12 entnommen werden. Die Messungen fanden vor der Intervention sowie direkt und zwölf Monate danach statt. Sie wurden durch einen Physiotherapeuten, welcher die Gruppenzuteilung nicht kannte, durchgeführt.

Das Trainingsprogramm basierte auf Leitfäden für die Rehabilitation von postmenopausaler und seniler Osteoporose. Der Fokus des Programmes kann Tabelle 13 entnommen werden. Die Intervention dauerte für alle Teilnehmerinnen 3 Monate. Trainiert wurde zweimal pro Woche während einer Stunde (Gruppe). Aufgebaut war das Trainingsprogramm wie in Tabelle 5 dargestellt. Der Fokus wurde so gelegt, dass das Programm gut in den Alltag integriert werden konnte. In der dreistündigen Information und Überwachung durch dieselben Therapeuten, welche auch das Training leiteten, wurde der Fokus auf Körpergefühl und Ergonomieratschläge für spezifische Alltagsaktivitäten gelegt.

Die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe wurden gebeten ihren gewohnten Lebensstil beizubehalten. Bezüglich körperlichem Training wurden keine Einschränkungen gegeben.

Die erzielten Resultate nach drei und nach zwölf Monaten können der Tabelle 6 entnommen werden.

**Tabelle 5**

*Trainingsinhalte Bergland et al. (2011)*

<b>Zeit</b>	<b>Inhalte</b>
10 Minuten	Warm-Up (Aerobic-Übungen mit Musik)
40 Minuten	Vorwärts, rückwärts und seitwärts Gehen inklusive Richtungswechseln, Ausweichen und über Hindernisse steigen, Treppensteigen, auf den Boden liegen und wieder Aufstehen, Gleichgewichtstraining auf verschiedenen Untergründen ein- und beidbeinig, Gleichgewichtstraining im Sitz, Haltungsschulung, Rumpf- und Brustübungen
10 Minuten	Dehnen der oberen und unteren Extremität

Note: Die Dosierung wurde der Übungstoleranz der Patientinnen angepasst; Steigerung des Programmes im Verlauf durch Erhöhung von Komplexität, Wiederholungszahl und Intensität

**Tabelle 6**

Signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe?

	Vergleich vor und direkt nach der Intervention	Vergleich direkt nach der Intervention und zwölf Monate später
MWS	Ja, signifikant	Nein, nicht signifikant
TUG	Ja, signifikant	Ja, signifikant
FR	Ja, signifikant	Nein, nicht signifikant

Note: MWS = Maximal Walking Speed; TUG = Timed up and Go; FR = Functional Reach

Die Autoren schliessen aus den Resultaten, dass mittels einem Übungstrainingsprogramm und einer dreistündigen Information über die Erkrankung eine

Verbesserung der Lebensqualität, der Mobilität sowie des Gleichgewichtes erreicht werden könne.

#### **4.4.2. Beurteilung**

Die 2011 von Bergland et al. durchgeführte Studie erzielte bei der Beurteilung anhand des EMED-Rasters (s.o.) total 20 mal ein „Ja“, 11 „Jein“ und nur 3 mal ein „Nein“.

Zur ganzheitlichen Einschätzung der Qualität müssen jedoch noch weitere Aspekte hinzugezogen werden. Die Stichprobe ist nur für eine relativ stark eingegrenzte Population repräsentativ, da nur ambulante Patientinnen eingeschlossen wurden. Positiv war hingegen, dass die Stichprobengrösse für das Hauptmerkmal rechnerisch ermittelt wurde, die Einteilung in die Interventionsgruppen randomisiert erfolgte und die Gruppen zu Beginn ähnlich waren.

Zu den Messinstrumenten wurden Quellen angegeben und die Messsituationen standardisiert. So trugen Patienten zum Beispiel bei allen Tests dieselben Schuhe und benutzten dasselbe Hilfsmittel. Auch wurde bei allen Teilnehmerinnen gleich vorgegangen und die Tester wussten nicht, wer zu welcher Gruppe gehörte. Auch diese Punkte haben einen positiven Einfluss auf die Qualität.

Genau wie die Testungen wurde auch das Interventionsprogramm relativ genau beschrieben und so gewählt, dass es in der Praxis anwendbar ist, was eine Wiederholung ermöglicht. Erschwert wird dies jedoch dadurch, dass ausser einer Anpassung der Intensität kaum Angaben zur Dosierung gemacht wurden. Da der Kontrollgruppe keine Einschränkungen zu körperlichem Training gemacht wurde, können Ko-Interventionen bei dieser Gruppe nicht ausgeschlossen werden.

Während die Teilnehmerinnen der Interventionsgruppe ständig in sozialem Kontakt standen und sich austauschen konnten, wurden diejenigen der Kontrollgruppe während der Versuchsdauer nicht weiter betreut oder mit Informationen versorgt, was dazu führen kann, dass die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe

weniger motiviert sind bei den Testsituationen als diejenigen der Interventionsgruppe. Dies würde das Resultat verfälschen.

Bei der Diskussion wurden zwar viele Limitationen mit einbezogen, dafür war der Fokus plötzlich nicht mehr auf der Mobilität und dem Gleichgewicht, sondern auf der Lebensqualität.

Alles in Allem gibt die Studie, trotz der oben genannten negativen Punkte ein qualitativ gutes bis sehr gutes Gesamtbild ab.

#### **4.5. Nogueira Burke et al. (2012)**

##### ***4.5.1. Inhaltliche Zusammenfassung***

Das Ziel von Nogueira Burke et al. (2012) war, die Effektivität von Krafttraining sowie Dehnen (beide in Kombination mit Gleichgewichtstraining) bei nicht regelmässig körperlich aktiven Osteoporosepatientinnen ab 65 Jahren zu messen. Anschliessend wurde diese Interventionen im Bezug auf die Posturale Kontrolle miteinander und mit einer Kontrollgruppe verglichen.

Mögliche Teilnehmerinnen wurden telefonisch angefragt und bei Einwilligung auf die Ein- und Ausschlusskriterien (Tabelle 11) geprüft. Schliesslich blieben 51 Patientinnen für die Studienteilnahme übrig, welche randomisiert einer der 3 Gruppen (Kräftigungsgruppe, Dehnungsgruppe und Kontrollgruppe) zugeteilt wurden.

Für die Messung der posturalen Kontrolle wurden der „Limits of Stability Test“ und der modifizierte CTSIB (CTSIBm) verwendet. Weitere Messungen können der Tabelle 12 entnommen werden. Gemessen wurde sowohl vor Beginn der Intervention sowie nach Abschluss des achtwöchigen Trainingsprogrammes durch geblindete Tester. Die Messungen wurden von verschiedenen Testern ausgeführt.

Das Trainingsprogramm dauerte bei beiden Interventionsgruppen 8 Wochen, wobei jeweils zwei Trainingseinheiten pro Woche von je einer Stunde stattfanden.

den. Die Trainingseinheiten waren am selben Ort, ihr zeitlicher und inhaltlicher Ablauf kann Tabelle 7 entnommen werden.

**Tabelle 7**

*Trainingsinhalte Nogueira Burke et al. (2012)*

Zeit	Inhalte
20 Minuten	Beide Gruppen: Gleichgewichtsübungen in statischen und dynamischen Positionen (nach Suzuki et al. und Tinetti et al.)
40 Minuten	Kräftigungsgruppe: Kräftigungsübungen für Hüftflexion, Knieextension, Plantar- und Dorsalflexion des Fusses. Pro Trainingselement gab es drei Serien mit Serienpause von einer Minute.  Dehnungsgruppe: statisches Dehnen der Hauptmuskelgruppen der unteren Extremitäten während dreimal je einer Minute, dazwischen jeweils zehn Sekunden Pause

Note: Die Intensität für die Kräftigungsgruppe wurde so festgelegt, dass 10 Wiederholungen gemacht werden konnten. Sobald 15 Wiederholungen gut durchführbar waren, wurde das Gewicht erhöht.

Die Kontrollgruppe erfuhr keine Behandlung, sondern sie erhielt ausschliesslich Informationen zur Erkrankung, zur Wichtigkeit der Ernährung, sowie zu Risikofaktoren, Prävention und Behandlung.

Bei der zweiten Messung zeigten beide Interventionsgruppen signifikante Verbesserungen in allen Messungen, verglichen mit der Kontrollgruppe. Tendenziell erzielte die Kräftigungsgruppe stärkere Verbesserungen als die Dehnungsgruppe, allerdings nicht signifikant. Bezüglich nicht signifikanter Ergebnisse sind die Angaben in der Studie etwas unübersichtlich.

Die Autoren kamen zum Schluss, dass Gleichgewichtstraining plus Krafttraining die Muskelkraft sowie einzelne Aspekte der posturalen Kontrolle verbessere. Kombiniere man das Gleichgewichtstraining jedoch mit Dehnungsübungen, so würden die Beweglichkeit (muskulär) sowie andere Aspekte der posturalen Kontrolle verbessert werden. Auch schlossen sie aus den Ergebnissen, dass Kräftigung mit einer verbesserten Richtungskontrolle assoziiert werden könne, während Dehnübungen zu einem verbesserten Selbstvertrauen beim Gehen führen können, da das Gefühl bezüglich dem Körperschwerpunkt über dem Boden verbessert würde. Da die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nicht signifikant waren, kann keine Aussage gemacht werden, welche Intervention effektiver ist.

#### **4.5.2. Beurteilung**

Nogueira Burke et al. erreichten mit ihrer Studie von 2012 total 18 mal ein „Ja“, 3 „Nein“ und 13 mal ein „Jein“ bei der Analyse anhand des EMED-Rasters (s.o.).

Die Stichprobengrösse war angemessen und für die Population relativ repräsentativ. Alle Teilnehmerinnen wurden randomisiert in die Gruppen eingeteilt und die Gruppen waren einander zu Beginn ähnlich.

Es wurden verschiedene Messinstrumente angewandt und die Messsituationen soweit beurteilbar, standardisiert gestaltet. Die einzelnen Tests wurden (wie auch die Intervention) relativ ausführlich beschrieben. Neben diesen positiven Faktoren gibt es auch einige, welche die Qualität negativ beeinflussen. So werden zu den Messinstrumenten kaum Quellen angegeben. Daher ist teilweise unklar, wie zuverlässig diese Messinstrumente sind. Auch sind die Messungen, welche sich spezifisch auf die Posturale Kontrolle beziehen, im therapeutischen Alltag allenfalls schwierig umzusetzen, da eine entsprechende Einrichtung vorausgesetzt wird.

Das Interventionsprogramm wurde hingegen so gestaltet und beschrieben, dass dieses für den Alltag angewandt werden kann, wenn auch die Angaben zur Dosierung relativ spärlich ausfallen. Durchgeführt wurden die Interventionen



an einem standardisierten Ort. Die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe trafen sich im Gegensatz zur Interventionsgruppe während der Dauer des Versuches nicht, was dazu führen könnte, dass die Interventionsgruppe von einem zusätzlichen erhöhten sozialen Austausch profitierte.

Bei der Analyse wird auch der Vergleich zu anderen Studien gezogen, der Hauptfokus bleibt auf der Posturalen Kontrolle und die klinische Bedeutung der Resultate wird mehrheitlich deutlich dargestellt. Schade ist, dass Limitationen und kritischen Fragen etwas spärlich ausfallen.

Zusammengefasst erhält die Studie von Nogueira Burke et al. (2012) die Bewertung „gut“.

## **5. Diskussion**

In diesem Abschnitt sollen die fünf untersuchten Studien qualitativ und inhaltlich verglichen, sowie allfällige Gründe für die erzielten Resultate gesucht und herausgearbeitet werden. Weiter wird analysiert, inwieweit die Ergebnisse der Studien auf die Fragestellung dieser Arbeit und auf die Praxis anwendbar sind.

### **5.1. Qualitativer Vergleich und Hypothesen zu den Studienresultaten**

Betrachtet man ausschliesslich die Punkte in Tabelle 10, so sind die Studien von Arnold et al. (2008) und von Bergland et al. (2011) die qualitativ Besten. Am schlechtesten schneidet diejenige von Madureira et al. (2007) ab. Generell liegen alle fünf Studien sehr eng zusammen und haben allesamt einen geringen Anteil an „Nein-Punkten“. Dies führt zum Schluss, dass sie grundsätzlich allesamt eine relativ gute Qualität haben. Trotzdem haben alle fünf Studien Faktoren, welche dazu führen, dass das Resultat mit Vorsicht interpretiert und an die aktuelle Situation adaptiert werden muss.

Während es Veillant et al. (2006) und Arnold et al. (2008) nicht gelang, signifikante Resultate aufzuzeigen, erreichten die anderen Studien dies. Verschiede-

ne Faktoren könnten dies beeinflusst haben. Die wichtigsten sollen hier erläutert werden.

Eine genügend grosse Stichprobengrösse erreichten einzig Nogueira Burke et al. (2012), welche die für ihr Messinstrument notwendige Stichprobengrösse zuvor berechnet hatten. Bergland et al. (2011) berechneten ihre Stichprobengrösse zwar auch, jedoch nur für den MWS. Die eher knapp bemessenen Stichprobengrössen in den anderen Studien erschwerten das Erreichen von signifikanten Verbesserungen.

Weiter wurden bei allen Studien ausser bei Veillant et al. (2006) die Messungen standardisiert durchgeführt, während Veillant et al. (2006) diese randomisiert durchführten. Was Veillant et al. (2006) ebenfalls anders handhabten als in den restlichen Studien, war das Signifikanzniveau, welches nicht bei  $p < 0.05$  sondern bei  $p < 0.025$  (für Korrelationen ebenfalls  $p < 0.05$ ) lag. Weiter waren die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe in den Messungen zu Beginn schlechter als diejenigen der Interventionsgruppe, was bedeutet, dass sie schon zu Beginn mehr Verbesserungspotential hatten und dieses auch eher erreichen können. Dies ist eine Hypothese für das Ausbleiben eines signifikanten Unterschiedes zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe. Eine weitere Hypothese dafür könnte sein, dass 12 Trainingseinheiten nicht ausreichten, um einen Effekt von kognitiven Aufgaben zu erkennen. Unklar ist zudem, inwiefern die Teilnehmerinnen der Kontrollgruppe vor Kontaminierung (Ausführen von kognitiven Tasks) geschützt wurden. Aus Sicht der Autorin wäre bereits ein Gespräch mit einer anderen Teilnehmerin während einer Übung eine Art von kognitiver Erschwerung und könnte so das Resultat verfälschen.

Die Studie von Arnold et al. (2008) ist im Vergleich mit den anderen vier Studien am genauesten beschrieben und scheint am sorgfältigsten von allen durchgeführt worden zu sein. Dies zeigt sich auch in der oben erwähnten hohen Quote an „Ja-Werten“ beim EMED-Raster. Dass sie kaum signifikante Ergebnisse erzielten, könnte einerseits daher kommen, dass die Teilnehmerinnen in gewissen Tests bereits bei der ersten Testung wenig Verbesserungspotential hatten,

andererseits daher, dass sehr viele (9) Outcome-Messungen gewählt worden waren, was ein signifikantes Resultat ebenfalls erschweren kann.

Bergland et al. (2011), die die Wertung anhand des EMED-Rasters zusammen mit Arnold et al. (2008) anführen, erzielten nach drei Monaten in allen für die Fragestellung dieser Arbeit relevanten Messungen signifikante bessere Resultate bei der Interventionsgruppe als die Kontrollgruppe. Allerdings ist die Stichprobe nur für eine eingeschränkte Population repräsentativ, da die Teilnehmerinnen ambulante Patientinnen sein mussten, also nicht in einer Klinik oder Institution stationär sein durften. Diese Einschränkung der Population findet sich auch bei Arnold et al. (2008) sowie bei Veillant et al. (2006), wo nur selbstständig lebende Patientinnen eingeschlossen wurden.

Bei allen Studien wird die Übertragbarkeit der Resultate auf die Praxis dadurch erschwert, dass die Teilnehmerinnen sich entweder selbstständig zur Teilnahme melden oder dann frei entscheiden konnten, ob sie mitmachen wollten oder nicht. Dies kann dazu geführt haben, dass tendenziell eher motiviertere Patientinnen mitmachten, als dies bei dem Durchschnitt der Population der Fall wäre.

Ein weiterer Faktor, der die Resultate der Interventionsgruppe positiv beeinflussen kann, ist die Tatsache, dass alle Interventionen in Gruppen stattfanden. Dies könnte zu einem gesteigerten sozialen Austausch geführt und dadurch Einfluss auf die Motivation (fürs Training generell, aber auch für in den Testsituationen) gehabt haben. Am stärksten ist dieser Faktor bei Bergland et al. (2011), wo die Kontrollgruppe gar keine Aufmerksamkeit erhielt. Bei Arnold et al. (2008) und Veillant et al. (2006) ist dieser Faktor weniger stark, da sich auch die Kontrollgruppe regelmässig traf. Dies sind auch diejenigen Studien, wo signifikante Resultate ausgeblieben sind.

## **5.2. Relevanz für die Fragestellung dieser Arbeit**

Die Studien von Madureira et al. (2007) und Nogueira Burke et al. (2012) passen sowohl bezüglich dem Ziel der Intervention, den durchgeführten Messungen sowie der Analyse sehr gut zur Fragestellung dieser Arbeit, während diejenige von Arnold et al. (2008) mehrheitlich passt. Ein Grossteil dieser Studie

passt sehr gut, gleichzeitig wurden jedoch noch die Auswirkungen auf die Lebensqualität untersucht, was in dieser Arbeit nicht im Zentrum steht und darum bei der Analyse nicht berücksichtigt worden war. Mit der Studie von Bergland et al. (2011) sieht die Situation ähnlich aus. Zwar war das primäre Outcome das Gleichgewicht, allerdings wird in der Diskussion und Analyse der Fokus auf die Lebensqualität gelegt und das Gleichgewicht vernachlässigt. Das Grundprogramm und die Messungen von Veillant et al. (2006) passen sehr gut zur Fragestellung dieser Arbeit, der kognitive Aspekt jedoch weniger, da dies nicht zum Bereich der körperlichen Aktivität gehört. Dadurch dass das Grundprogramm sowohl von der Interventions- als auch von der Kontrollgruppe durchgeführt worden war, kann diesbezüglich nur eine Aussage gemacht werden, dass eine Verbesserung beider Gruppen stattgefunden hatte, wie viel dieses Effektes jedoch daher kommt, dass die Tests bei der zweiten Messung bereits bekannt waren, kann nicht gesagt werden. Aus diesem Grund kann diese Studie für die Beantwortung der Fragestellung dieser Arbeit nur am Rande berücksichtigt werden.

### **5.3. Vergleich und Interpretation der Interventionen und Resultate**

Bezüglich der Intervention beinhalteten alle Trainingsprogramme Gleichgewichtstraining. Während sich Madureira et al. (2007) auf diese Komponente beschränkten, liessen die anderen zusätzliche Komponenten von körperlichem Training mit einfließen (Tabelle 13). Während in drei Programmen Dehnübungen oder Übungen zur Verbesserung der Beweglichkeit enthalten waren, kam Kräftigungs- und Stabilisationstraining zweimal zum Zuge. Ebenfalls in je zwei Programmen enthalten waren Übungen zur Haltung, funktionelle Übungen (inkl. Gang) und Koordinationstraining. Wahrnehmungsschulung, kognitive Aufgaben sowie die Abgabe von Informationsmaterial waren jeweils in einem Programm enthalten.

Simek, McPhate & Haines (2012) kamen zum Schluss, dass wenn ein Übungsprogramm Gleichgewichtsübungen enthalte, würden sich die Patienten stärker

an das Programm halten als wenn keine Gleichgewichtsübungen dabei seien. Dies unterstreicht den Sinn der Integration von Gleichgewichtsübungen in den untersuchten Studien. Auch de Kam et al. (2009) sprechen in ihrem Review davon, dass ein Übungsprogramm zur Verringerung des Sturzrisikos bei älteren Personen Gleichgewichtsübungen enthalten solle.

Die längste Interventionsdauer von 12 Monaten hatten die Teilnehmerinnen der Studie von Madureira et al. (2007), während die Intervention von Veillant et al. (2006) nur sechs Wochen dauerte. Die Trainingshäufigkeit war bei Arnold et al. (2008) mit 3 mal pro Woche während 50 Minuten am höchsten, während die Interventionsgruppe von Madureira et al. (2007) nur einmal pro Woche in der Gruppe trainierten. Dafür war dies das einzige Programm, wo die Teilnehmerinnen zusätzlich zu Hause selbstständig trainieren mussten. Dies erschwert einerseits die Überprüfbarkeit, ob die Übungen gemacht wurden, übergibt aber andererseits mehr Verantwortung für das Training den Teilnehmerinnen (Tabelle 13).

Wie oben erwähnt, konnten Arnold et al. (2008) und Veillant et al. (2006) keine signifikanten Resultate aufzeigen. Trotz der fehlenden Signifikanz zeigten Arnold et al. (2008) als mögliche Tendenz auf, dass sowohl Training an Land wie auch dasjenige im Wasser Vorteile haben könnte. Vor allem ist hier die Variante des Trainings im Wasser hervorzuheben, denn falls ein Training an Land aus irgendeinem Grund für einen Patienten nicht möglich ist, könnte sich für diesen das Wassertraining allenfalls eignen. Arnold et al. (2008) nennen hierzu als Beispiel Gelenksschmerzen, welche durch die verminderte Belastung, auf Grund der Auftriebskraft, im Wasser geringer sein können. Trotz der fehlenden Signifikanz kann Training im Wasser daher für solche Patientinnen allenfalls eine Option darstellen. Entsprechende Forschung wäre jedoch für explizit diese Patientengruppe (Osteoporosepatientinnen, welche das Training an Land nicht absolvieren können) noch nötig.

Obwohl auch bei Veillant et al. (2006) die Interventionsgruppe in einigen Messungen leicht bessere Resultate erzielt hatte als die Kontrollgruppe, können keine klaren Tendenzen erkannt werden, dazu wäre weitere Forschung nötig.

Madureira et al. (2007) erzielte mit reinem Gleichgewichtstraining und Bergland et al. (2011) mit Haltungsschulung, Gleichgewichts- und Koordinationstraining signifikant bessere Resultate in der Interventionsgruppe als die Kontrollgruppe. Daraus lässt sich schliessen, dass sich reines Gleichgewichtstraining oder Gleichgewichtstraining in Kombination mit Koordinationstraining und Haltungsschulung positiv auf die Posturale Kontrolle auswirkt.

Die beiden Interventionsgruppen von Nogueira Burke et al. (2012) erzielten in einigen Messungen signifikant bessere Resultate als die Kontrollgruppe. Die Kräftigungsgruppe zeigte bessere Resultate beim Aspekt der Richtungskontrolle, während die Dehnungsgruppe eine bessere Perzeption bezüglich dem Körperschwerpunkt relativ zur Unterstützungsfläche zu haben schien, was zu einem verbesserten Selbstvertrauen für Bewegungen führen könne (Nogueira Burke et al., 2012). Daraus lässt sich schliessen, dass sich Krafttraining und Dehnen auf unterschiedliche Aspekte der posturalen Kontrolle auswirken.

Positiv bei allen fünf Studien ist klar, dass die gewählten Übungen ohne spezielles Material in der Praxis angewandt werden können, einerseits aufgrund der Wahl der Übungen, andererseits durch den Beschrieb des Programmes, welcher bei allen ausser bei Veillant et al. (2006) sehr genau ist, beziehungsweise das Programm sogar angefordert werden kann (Arnold et al., 2008). Was die Anwendbarkeit in der Praxis jedoch erschwert, sind die bei allen Studien knappen Angaben bezüglich der Dosierung.

Dadurch, dass die Studien unterschiedliche Messinstrumente verwendet hatten, wird ein Vergleich deutlich erschwert. Dies kann daher kommen, dass die Messung von posturaler Kontrolle durch ihre Komplexität schwierig ist. Diese Ansicht unterstützt auch Horak et al. (2009): Obwohl es klinische Tests gäbe, die einen Teil des Gleichgewichtes testen würden, sei das ganze Gleichgewichtssystem sehr komplex und enthalte verschiedene Systeme. So stellten auch de

Kam et al. (2009) fest, dass in den von ihnen untersuchten Studien verschiedene Messungen für das Gleichgewicht angewandt worden waren.

#### **5.4. Limitationen**

Die oben genannte verminderte Vergleichbarkeit aufgrund der unterschiedlichen Messinstrumente stellt eine grosse Limitation dieser Arbeit dar. Weiter ist erschwerend, dass ausser Madureira et al. (2007) alle Autoren verschiedene Komponenten von körperlicher Aktivität kombiniert hatten. Dies erschwert eine Aussage darüber, woher die erzielten Verbesserungen genau kommen und es können schlussendlich nur globale Aussagen zur Effizienz der verschiedenen Komponenten des körperlichen Trainings beziehungsweise derer Kombinationen gemacht werden.

Sämtliche Interventionen fanden in Gruppen statt, das heisst zusätzlich zum Training kommt automatisch noch eine soziale Komponente hinzu. Dies führt dazu, dass bei dieser Analyse nur eine Aussage bezüglich Training in Gruppen gemacht werden kann. Wie übertragbar diese Ergebnisse auf die Einzeltherapie von Osteoporosepatientinnen sind, ist daher fraglich. Auch mussten nur die Teilnehmerinnen bei Madureira et al. (2007) zu Hause selbstständig trainieren, was ein gewisses Mass an Selbstdisziplin und Motivation erfordert, wie es wiederum auch bei der Einzeltherapie vermehrt der Fall wäre.

Weiter wird die Anwendbarkeit dieser Ergebnisse dadurch etwas eingeschränkt, dass keine multimorbiden Patientinnen eingeschlossen wurden. Für diese Patientengruppe kann ein entsprechendes Training auf jeden Fall auch durchgeführt werden, sofern es nicht durch eine andere Diagnose kontraindiziert ist. Das Training muss jedoch an das individuelle Level der Patientinnen angepasst werden.

Zudem wird das Resultat der Arbeit limitiert durch eine eingeschränkte Studienwahl (nur deutsch- und englischsprachige Studien, Studien die nicht älter als 10 Jahre sind), wodurch Studien mit allenfalls wertvollen Erkenntnissen nicht berücksichtigt werden konnten. Zusätzlich stellt die Studiensuche eine weitere Limitierung dar, da nicht ausgeschlossen werden kann, dass trotz sorgfältig an-

gegangener Literatursuche, weitere relevante Studien übersehen wurden. Da dies eine Literaturanalyse und keine eigenständige Studie darstellt, ist das Resultat der Arbeit abhängig vom aktuellen Forschungsstand.

## **6. Schlussteil**

### **6.1. Schlussfolgerung**

Der Effekt zusätzlicher kognitiver Aufgaben auf die Gleichgewichtsfähigkeit konnte nicht aufgezeigt werden, hier ist zuerst weitere Forschung nötig. Klar gezeigt hat sich jedoch ein positiver Effekt von Gleichgewichtstraining isoliert, sowie in Kombination mit Haltungsschulung auf die Posturale Kontrolle der entsprechenden Populationen. Auch Gleichgewichtsübungen in Kombination mit Kräftigungsübungen beziehungsweise Dehnen zeigten einen positiven Effekt auf die Posturale Kontrolle, wenn auch auf unterschiedliche Aspekte. Die Fragestellung „Welchen Effekt auf die Posturale Kontrolle hat körperliches Training bei Frauen mit Osteoporose?“ kann somit folgendermassen beantwortet werden: Generell konnte in den untersuchten Studien bei Frauen mit Osteoporose positive Effekte von körperlichem Training auf die Posturale Kontrolle aufgezeigt werden. Je nach Art und Zusammenstellung des körperlichen Trainings scheint ein anderer Aspekt der Posturalen Kontrolle trainiert und beeinflusst zu werden. Alle untersuchten Trainingsprogramme enthielten Gleichgewichtstraining, daher scheint dieses ein zentrales Element des Trainings bei Osteoporosepatientinnen darzustellen. Körperliches Training im Wasser zeigte zwar keine signifikanten Verbesserungen, scheint aber eine mögliche Alternative zu sein.

### **6.2. Konsequenzen für die Praxis**

Für den physiotherapeutischen Alltag kann klar die Empfehlung abgegeben werden, dass körperliches Training bei Frauen mit Osteoporose indiziert ist. Umgesetzt werden kann es beispielsweise in Form eines Gruppentrainings zur Prophylaxe von Verlust an Posturaler Kontrolle. Das Trainingsprogramm sollte auf jeden Fall Gleichgewichtsübungen enthalten, sehr zu empfehlen scheinen auch Kräftigung, Dehnungsübungen sowie Elemente zur Haltungsschulung.



Falls andere Faktoren (z.B. Gelenksschmerzen) hinzukommen, welche das Training für die Patientinnen verunmöglichen oder stark erschweren, kann die Option eines Trainings im Wasser hinzugezogen werden. Dies obwohl der Effekt des Wassertrainings nicht klar nachgewiesen wurde. Hier ist demzufolge weitere Forschungsarbeit notwendig.

Für die Übertragung auf die Einzeltherapie scheint es empfehlenswert, körperliches Training (wie oben beschrieben) in die Therapie zu integrieren. Bei einer Therapiesitzung pro Woche wären hier an die Patientin angepasste Heimübungen essenziell. Genauere Angaben zur Einzeltherapie können bei aktueller Forschungslage jedoch nicht gemacht werden.

### **6.3. Ausblick**

Für eine differenziertere Beantwortung der Fragestellung sowie genauere Empfehlungen für die Praxis, inklusive Dosierungsangaben, ist weitere Forschung für diese Patientengruppe in verschiedenen Bereichen notwendig. Einerseits sollten die Effekte einer einzelnen Komponente des körperlichen Trainings (z.B. reines Krafttraining) auf die Posturale Kontrolle untersucht werden, so dass sowohl die einzelnen Komponenten als auch die Kombinationen verglichen werden können. Weiter muss noch erforscht werden, welche Dosierung (sowohl bezüglich der Intensität als auch zur Dauer des Trainingsprogrammes) die effizienteste ist. Um explizite Empfehlungen für die Einzeltherapien abgeben zu können, muss auch in diesem Bereich weiter Forschung betrieben werden, wie auch im Bereich der Effektivität von Training im Wasser sowie von kognitiven Aufgaben kombiniert mit körperlichem Training. Auch de Kam et al. (2009) kamen zum Schluss, dass die optimale Art und Intensität von Kräftigungsübungen für eine Verbesserung des Gleichgewichtes noch untersucht werden müsse.

## Literaturverzeichnis

- Abreu, D. C., Trevisan, D. C., Costa, G. C., Vasconcelos, F. M., Gomes, M. M. & Carneiro, A. A. (2010). The association between Osteoporosis and static balance in elderly women. *Osteoporosis Int*, 21, 1487-1491.
- Arnold, C. M., Busch, A. J., Schachter, C. L., Harrison, E. L. & Olszynski, W. P. (2008). A Randomized Clinical Trial of Aquatic versus Land Exercise to Improve Balance, Function, and Quality of Life in Older Women with Osteoporosis. *Physiother Can*, 60, 296-306.
- Bader-Johansson, C. (2000). *Motorik und Interaktion, Wie wir uns bewegen - Was uns bewegt*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Barth, C. (2005). 4.2. Posturale Kontrolle. In A. Hüter-Becker (Hrsg.), *Das neue Denkmodell in der Physiotherapie, Band 2: Bewegungsentwicklung und Bewegungskontrolle* (S. 177-244). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Bergland, A., Thorsen, H. & Kåresen, R. (2011). Effect of exercise on mobility, balance, and health-related quality of life in osteoporotic women with a history of vertebral fracture: a randomized, controlled trial. *Osteoporosis Int*, 22, 1863-1871.
- Beserra da Silva, R., Costa-Paiva, L., Siani Morais, S., Mezzalana, R., de Oliveira Ferreira, N. & Mendes Pinto-Neto, A. (2010). Predictors of falls in women with and without Osteoporosis. *Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40, 582-588.
- Bundesamt für Statistik BFS (2012). Ärztliche Behandlung: Osteoporose nach Alter, Geschlecht, Sprachgebiet, Bildungsniveau. Heruntergeladen von <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/14/02/01/key/02/01.Document.118186.xls> am 05.12.2014.
- Bundesamt für Statistik BFS (2014). Lebenserwartung nach Alter (Frauen), 1981-2013. Heruntergeladen von

<http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/06/blank/key/04/04.Document.67441.xls> am 05.12.2014.

- Burns, N. & Grove, S. K., (2005). *Pflegeforschung verstehen und anwenden*. München: Urban & Fischer.
- de Kam, D., Smulders, E., Weerdesteyn, V. & Smits-Engelsman, B. C. (2009). Exercise intervention to reduce fall-related fractures and their risk factors in individuals with low bone density: a systematic review of randomized controlled trials. *Osteoporosis Int.*, 20, 2111-2125.
- Deliagina, T. G., Orlovsky, G. N., Zelenin, P. V. & Beloozerova, I. N. (2006). Neural Bases of Postural Control. *Physiology*, 21, 216-225.
- Granacher, U. & Borde, R. (2013). Dosis-Wirkungs-Beziehungen beim Krafttraining im Alter. *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*, 5, 22-32.
- Granacher, U., Gollhofer, A. & Zahner, L. (2011). 1. Kraft und posturale Kontrolle im Alter: Auswirkungen von Training. Heruntergeladen von <https://www.pr.uni-freiburg.de/pm/2011/studie-sport-im-alter-gollhofer-granacher.pdf> am 05.12.14
- Gunendi, Z., Ozyemisci-Taskiran, O. & Demirsoy, D. (2008). The effect of 4-week aerobic exercise program on postural balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatol Int*, 28, 1217-1222.
- Haas, H.-J. & Schmidtbleicher, D. (2011). 4.2. Training von Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit. In H. Bant, H.-J. Haas, M. Ophey & M. Steverding (Hrsg.), *Sportphysiotherapie* (S. 183-228). Stuttgart: Thieme.
- Hegner, J. (2009). *Training fundiert erklärt - Handbuch der Trainingslehre*. Herzogenbuchsee: INGOLDVerlag/BASPO.
- Horak, F. B. (1987). Clinical measurement of postural control in adults. *Physical Therapy*, 67, 1881-1885.

- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Aging*, 35-S2: ii7-ii11. doi: 10.1093/ageing/afl077
- Horak, F. B., Wrisley, D. M. & Frank, J. (2009). The Balance Evaluation System Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy*, 89, 484-498.
- Huber, M. (2014). Posturale Kontrolle, Multimodaler Behandlungsansatz in einer evidenzorientierten, technikübergreifenden Neurophysiotherapie. *pt\_Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 5, 12-22.
- Krieg, M.-A. & Seitz, M. (2006). 10.1. Osteoporose. In P. M. Villiger & M. Seitz (Hrsg.), *Rheumatologie in Kürze - Klinisches Basiswissen für die Praxis* (S. 180-188). Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- Lange, U., Müller-Ladner, U. & Pfeilschiftler, J. (2011). Osteoporose: Leitlinien-gerechte Prophylaxe, Diagnostik und Therapie. *Der Internist*, 52, 843-854.
- Laube, W. (2009). 14. Training der sensomotorischen Hauptbeanspruchungsformen Koordination, Ausdauer und Kraft. In W. Laube (Hrsg.), *Sensomotorisches System, physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten* (S. 556-635). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). Formular zur Kritischen Besprechung quantitativer Studien. McMaster-Universität.
- Leyk, D., Erley, O., Gorges, W., Ridder, D., Wunderlich, M., Rüther, T., Sievert, A., Essfeld, D. & Baum, K. (2008). Körperliche Leistungsfähigkeit und Trainierbarkeit im mittleren und höheren Lebensalter. *Schleswig-Holsteinisches Ärzteblatt*, 3, 49-55.
- LoBiondo-Wood, G. & Haber, J. (2005). *Pflegeforschung: Methoden, Bewertung, Anwendung*. München: Urban & Fischer

- Madureira, M. M., Takayama, L., Gallinaro, A. L., Caparbo, V. F., Costa, R. A. & Pereira, R. M. (2007). Balance training program is highly effective in improving functional status and reducing the risk of falls in elderly women with osteoporosis: a randomized controlled trial. *Osteoporos Int*, 18, 419-425.
- Nogueira Burke, T., Renovato França, F. J., Ferreira de Meneses, S. R., Inhasz Cardoso, V., Rodrigues Pereira, R. M., Figueredo Danilevicius, C. & Pasqual Marques, A. (2010). Postural control among elderly women with and without osteoporosis: is there a difference? *Sao Paulo Med J.*, 128, 219-224.
- Nogueira Burke, T., Renovato França, F. J., Ferreira de Meneses, S. R., Rodrigues Pereira, R. M., & Marques, A. P. (2012). Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises. A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 26, 1021-1031.
- Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. (2012). *Motor Control. Translating Research into Clinical Practice* (S. 161). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Simek, E. M., McPhate, L. & Haines, T. P. (2012). Adherence to and efficacy of home exercise programs to prevent falls: A systematic review and meta-analysis of the impact of exercise program characteristics. *Preventive Medicine*, 55, 262-275.
- Speers, R. A., Kuo, A. D. & Horak, F. B. (2001). Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. *Gait and Posture*, 16, 20-30.
- Sturnieks, D. L., St George, R. & Lord, S. R. (2008). Balance disorders in the elderly. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 38, 467-478.

- Vaillant, J., Vuillerme, N., Martigné, P., Caillat-Miosse, J.-L., Parisot, J., Nougier, V. & Juvin, R. (2006). Balance, aging, and osteoporosis: effects of cognitive exercise combined with physiotherapy. *Joint Bone Spine*, 73, 414-418.
- Vaupel, J. W. & v. Kistowski, K. G. (2005). Der bemerkenswerte Anstieg der Lebenserwartung und sein Einfluss auf die Medizin. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 48, 568-592.
- World Health Organization. (2003). WHO Technical Report Series: Prevention and Management of Osteoporosis. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2007). WHO Global report: falls prevention in older age. Geneva: WHO.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modell zur posturalen Kontrolle	11
Abbildung 2: Flow-Chart zur Studiensuche	16

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: <i>Trainingsinhalte Wasser- und Landgruppe von Arnold et al. (2008)</i>	19
Tabelle 2: <i>Resultate Arnold et al. (2008)</i>	19
Tabelle 3: <i>Trainingsinhalte Madureira et al. (2007)</i>	22
Tabelle 4: <i>Resultate Veillant et al. (2006)</i>	25
Tabelle 5: <i>Trainingsinhalte Bergland et al. (2011)</i>	28
Tabelle 6: <i>Signifikante Verbesserung der Interventionsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe?</i>	28
Tabelle 7: <i>Trainingsinhalte Nogueira Burke et al. (2012)</i>	31
Tabelle 8: <i>Analyse anhand des EMED-Rasters</i>	49
Tabelle 9: <i>Ergänzungen anhand des Formulars zur Kritischen Besprechung quantitativer Studien nach Law M., Stewart D., Pollock N., Letts L., Bosch J. und Westmorland M. (1998)</i>	52

Tabelle 10: <i>Anzahl Ja, Jein und Nein bezüglich der Leitfragen zur Würdigung einer quantitativen Studie anhand des EMED-Rasters</i>	53
Tabelle 11: <i>Ausgangslage der Studien</i>	54
Tabelle 12: <i>Durchgeführte Messungen</i>	57
Tabelle 13: <i>Intervention(en)</i>	59
Tabelle 14: <i>Einschätzung der Güte – positive Aspekte</i>	62
Tabelle 15: <i>Einschätzung der Güte – negative Aspekte</i>	65

## **7. Danksagung**

Zuerst möchte ich mich herzlich bei meiner Betreuerin Frau Karin Lutz Keller für ihre Unterstützung und Betreuung bedanken. Weiter bedanke ich mich bei Lea Eberle, Kathrin Enz, Stephanie Hauser, Eva Bucher sowie meiner Familie für ihre Unterstützung mittels Korrekturlesen meiner Arbeit.

## **8. Eigenständigkeitserklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.

Datum und handschriftliche Unterschrift Studierende:

## **9. Wortanzahl**

Abstract: 183 (ohne Keywords: 175)

Arbeit: (Exklusive Abstract, Tabellen, Abbildungen, Literaturverzeichnis, Danksagung, Eigenständigkeitserklärung und Anhänge): 7'962

## Anhang

### Tabellen und Matrizen



**Tabelle 8**

*Analyse anhand des EMED-Rasters (Leitfragen basierend auf LoBiondo-Wood G., Haber J. (2005) und Burns N, Grove S. K. (2005) )*

Inhaltliche Zusammenfassung			Würdigung
Einleitung	Problembeschreibung, Bezugsrahmen, Forschungsfrage und Hypothese	1. Um welche Konzepte/Problem handelt es sich?	29. Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der Berufspraxis?
		2. Was ist die Forschungsfrage / -zweck bzw. das Ziel der Studie?	29. Beantwortet die Studie eine wichtige Frage der BA-Fragestellung?
		3. Welchen theoretischen Bezugsrahmen weist die Studie auf?	30. Sind die Forschungsfragen klar definiert? Ev. durch Hypothesen ergänzt?
		4. Mit welchen Argumenten wurde der Forschungsbedarf begründet?	31. Wird das Thema/ das Problem im Kontext von vorhandener konzeptioneller und empirischer Literatur logisch dargestellt?
Methode	Design	5. Um welches Design handelt es sich?	32. Ist die Verbindung zwischen Forschungsfrage und dem gewählten Design logisch und nachvollziehbar?
		6. Wie wird das Design begründet?	33. Werden die Gefahren der internen und externen Validität kontrolliert?
	Stichprobe	7. Um welche Population handelt es sich?	34. Ist die Stichprobenziehung für das Design angebracht?
		8. Welches ist die Stichprobe?	35. Ist die Stichprobe repräsentativ für die Zielpopulation? – Auf welche Population können die Ergebnisse übertragen werden?
		9. Wie wurde die Stichprobe gezogen? Probability sampling? Non-probability sampling?	36. Ist die Stichprobengrösse angebracht?
		10. Wird die Auswahl der Teilnehmenden beschrieben und begründet?	37. Wurden die Vergleichsgruppen dem Design angemessen erstellt? Wie wurden sie erstellt?
		11. Gibt es verschiedene Studiengruppen?	38. Werden Drop-outs angegeben und begründet?

**Tabelle 8** (Fortsetzung)

	Inhaltliche Zusammenfassung	Würdigung
Datenerhebung	12. Welche Art von Daten wurde erhoben? Physiologische Messungen, Beobachtungen, schriftliche Befragung, Interview? 13. Wie häufig wurden Daten erhoben?	39. Ist Datenerhebung für die Fragestellung nachvollziehbar? 40. Sind die Methoden der Datenerhebung bei allen Teilnehmenden gleich? 41. Sind die Daten komplett, d.h. von allen Teilnehmern erhoben?
Messverfahren und/oder Interventionen	14. Welche Messinstrumente wurden verwendet? 15. Welche Intervention wurde getestet?	42. Sind die Messinstrumente zuverlässig (reliability)? 43. Sind die Messinstrumente valide (validity)? 44. Wird die Auswahl der Messinstrumente nachvollziehbar begründet? 45. Sind mögliche Verzerrungen/Einflüsse auf die Interventionen erwähnt?
Datenanalyse	16. Welches Datenniveau weisen die erhobenen Variablen auf? 17. Welche statistischen Verfahren wurden zur Datenanalyse verwendet (deskriptive und/oder schliessende)? 18. Wurde ein Signifikanzniveau festgelegt?	46. Werden die Verfahren der Datenanalyse klar beschrieben? 47. Werden die statistischen Verfahren sinnvoll angewendet? 48. Entsprechen die statistischen Tests dem Datenniveau? 49. Erlauben die stat. Angaben eine Beurteilung? 50. Ist die Höhe des Signifikanzniveaus nachvollziehbar und begründet?
Ethik	19. Welche ethischen Fragen werden von den Forschenden diskutiert und werden entsprechende Massnahmen durchgeführt? 20. Falls relevant, ist eine Genehmigung der Ethikkommission eingeholt worden?	51. Sind alle relevanten Ethischen Fragen diskutiert und entsprechende Massnahmen durchgeführt worden?

**Tabelle 8** (Fortsetzung)

		<b>Inhaltliche Zusammenfassung</b>	<b>Würdigung</b>
<b>Ergebnisse</b>	Resultate und Ergebnisse	21. Welche Ergebnisse werden präsentiert? 22. Welches sind die zentralen Ergebnisse der Studie? 23. Werden die Ergebnisse verständlich präsentiert (Textform, Tabellen, Grafiken)?	52. Sind die Ergebnisse präzise? 53. Wenn Tabellen und Grafiken verwendet wurden, entsprechen sie folgenden Kriterien? → Sind sie präzise und vollständig (Titel, Legenden...)? → Sind sie eine Ergänzung zum Text?
	Diskussion und Interpretation der Ergebnisse	24. A) Werden signifikante und nicht signifikante Ergebnisse erklärt? B) Wie interpretieren die Forschenden die Ergebnisse? 25. Kann die Forschungsfrage aufgrund der Daten beantwortet werden? 26. Werden Limitationen diskutiert? 27. Werden die Ergebnisse mit ähnlichen Studien verglichen?	54. Werden alle Resultate diskutiert? 55. Stimmt die Interpretation mit den Resultaten überein? 56. Werden die Resultate in Bezug auf die Fragestellung/Hypothesen, Konzepten und anderen Studien diskutiert und verglichen? 57. Wird nach alternativen Erklärungen gesucht?
	Schlussfolgerung, Anwendung und Verwertung in der Praxis	28. Welche Implikationen für die Praxis, Theorien und zukünftige Forschung sind beschrieben?	58. Ist diese Studie sinnvoll? Werden Stärken und Schwächen abgewogen? 59. Ist die Studie in der Praxis umsetzbar? Wie und unter welchen Bedingungen? 60. Wäre es möglich, diese Studie in einem anderen klinischen Setting zu wiederholen?

Note: Leitfragen 1-28 dienen zur inhaltlichen Zusammenfassung, in der Arbeit konnten jedoch aus Platzgründen nicht alle Punkte wiedergegeben werden.; Leitfragen 29-60 dienen zur Würdigung der Studie, als Basis für die Beurteilung. Sie wurden so angepasst, dass alle Hauptfragen geschlossene Fragen sind, damit die Vergleichbarkeit zwischen den Studien verbessert wird. Allfällige inhaltliche Aspekte wurden in einer zweiten Frage unter demselben Punkt angehängt.

Zur besseren Lesbarkeit ist der Text nicht mittelformal, sondern linksbündig.

**Tabelle 9**

*Ergänzungen anhand des Formulars zur Kritischen Besprechung quantitativer Studien nach Law M., Stewart D., Pollock N., Letts L., Bosch J. und Westmorland M. (1998)*

---

<b>Systematische Fehler</b>	Allenfalls aufgetretene systematische Fehler (Verzerrungen, bias etc.), die aufgetreten sein könnten und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen:
<b>Massnahmen</b>	<p>Wurden die Massnahmen detailliert beschrieben?</p> <p>Könnten die Massnahmen in der physiotherapeutischen Praxis wiederholt werden?</p> <p>Wurde Kontaminierung vermieden?</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Massnahmen (Ko-Interventionen) vermieden?</p>
<b>Ergebnisse</b>	<p>Beim Verwenden von statistischen Methoden: Besteht ein Verweis auf Literaturangaben? Wurden Literaturangaben gemacht?</p> <p>Statistisch signifikante Ergebnisse:</p> <p>Statistisch nicht signifikante Ergebnisse mit Vermutung warum nicht (Stichprobengrösse, zu viele Aspekte beachtet, etc):</p> <p>Wird die Wahl der Analysemethode begründet?</p> <p>Wurde die klinische Bedeutung der Resultate angegeben?</p>
<b>Schlussfolgerungen</b>	Sind klare Schlussfolgerungen skizziert? Wenn ja, welche?

---

Note: Es wurden nicht alle Punkte des Beurteilungsformulars nach Law et al. (1998) verwendet, sondern nur diejenigen Punkte, welche die Autorin dieser Arbeit zur Ergänzung zu denjenigen Punkten des EMED-Rasters (vgl. Tabelle 8) als sinnvoll erachtete.

**Tabelle 10**

*Anzahl Ja, Jein und Nein bezüglich der Leitfragen zur Würdigung einer quantitativen Studie anhand des EMED-Rasters (Basierend auf LoBiondo-Wood G., Haber J. (2005) und Burns N, Grove S. K. (2005))*

		Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueira Burke et al. (2012)
Einleitung	Ja	4	4	3	4	3
	Jein	0	0	1	0	1
	Nein	0	0	0	0	0
Methodik	Ja	11	5	8	9	9
	Jein	7	7	8	9	8
	Nein	2	8	4	2	3
Resultate	Ja	2	3	2	2	2
	Jein	1	0	1	1	1
	Nein	0	0	0	0	0
Diskussion	Ja	3	5	6	5	4
	Jein	3	1	1	1	3
	nein	1	1	0	1	0
Total	Ja	20	17	19	20	18
	Jein	11	8	11	11	13
	nein	3	9	4	3	3

Note: Ja = Bedingung vollständig erfüllt; Jein = Bedingung teilweise erfüllt; Nein = Bedingung nicht erfüllt

**Tabelle 11**

Ausgangslage der Studien

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Population	Frauen mit OP, über 60 jährig, min. 5 Jahre postmenopausal	Frauen ab 65 mit OP	Frauen mit OP ab 70 Jahren	Postmenopausale Frauen mit OP ab 60 Jahren	Frauen von 65-79 Jahren mit OP ohne regelmässige körperliche Aktivität
Rekrutierung Patientinnen	Werbung in Physiotherapiepraxen, lokalen Zeitungen, öffentliche Werbeplakate, Screening durch ein Telefoninterview zur Überprüfung der Einschlusskriterien.	Patientinnen des Osteometabolic Disease Outpatient Clinic of the Rheumatology Division, University of Sao Paulo wurden angefragt	Frauen, welche zu einem Follow-up als Teil eines Präventionsprogrammes für die Komplikationen von OP aufgeboten waren, wurden zur Studienteilnahme eingeladen, sofern sie mindestens 70 Jahre alt waren und eine diagnostizierte OP hatten	Patientinnen der „Osteoporosis Outpatient Clinic“ des Ostfold Spitals in Norwegen wurden zur Teilnahme eingeladen, die Patientinnen konnten sich bei Interesse selbstständig melden.	Patienten des Public Referral Hospital, Division of Rheumatology in São Paulo (Brasilien);  Liste aller potentiellen Teilnehmerinnen von der Osteoporosis League des rheumatologischen Services erhalten. → telefonischer Kontakt und auf erste Ausschlusskriterien befragt (Alter, Gesundheitszustand etc) → 89 Eingeladen

**Tabelle 11** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Einschlusskriterien	Weiblich	Weiblich	Weiblich	Weiblich	Weiblich
	Älter als 60 Jahre	Älter als 65 Jahren	Älter als 70 Jahre	Mindestens 60 jährig	Alter: 65-79 jährig
	Min. 5 Jahre postmenopausal	T-Score $\leq$ -2.5 SD (gemessen in der Lendenwirbelsäule, am Femur oder am Femurhals)	Selbstständig lebend	Ambulante Patientinnen	OP anhand der WHO- Definition (Messung in den letzten 12 Mona- ten)
	Ambulante Patientinnen		T-Score $\leq$ -2.5 SD (gemes- sen in der Lendenwirbel- säule)		
	OP (T-Score $\leq$ -2.5 SD) in den letzten 5 Jahren von einem Arzt gemessen				
	Bestätigung des Hausarztes, dass eine körperliches Trai- ning erlaubt sei				

**Tabelle 11** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Ausschlusskriterien	<p>Eingeschränkte ADL durch neurologische oder medizinische Bedingungen</p> <p>Risikofaktoren oder KI für moderates Training</p> <p>Unkontrollierte Thyroid-dysfunktion</p> <p>Fraktur in den letzten 3 Monaten (untere Extremitäten und Wirbelsäule)</p> <p>Regelmässige Teilnahme an einem Übungsprogramm</p>	<p>Sekundäre OP</p> <p>Bedeutende visuelle, auditive oder vestibuläre Defizite/Einschränkungen</p> <p>Gebrauch von Gehhilfen oder Unfähigkeit mehr als 10m selbstständig zu gehen</p> <p>Abwesenheit von mehr als 4 Wochen während der Interventionsdauer</p> <p>Absolute oder relative KI für körperliches Training</p>	<p>Psychiatrische Erkrankungen</p> <p>Zentrale oder peripher neurogene Erkrankungen</p> <p>Schmerzen der unteren Extremität welche den Einbeinstand verunmöglichen</p> <p>Operationen in den nächsten 6 Monaten</p> <p>Unfähigkeit zu den Übungssessionen zu gelangen</p>	<p>Wirbelkörperfrakturen vor kurzer Zeit</p> <p>Unfähigkeit die Fragebögen auszufüllen</p> <p>Mini Mental State Examination <math>\leq 23 \rightarrow</math> kognitive Einschränkungen</p>	<p>Ernsthafte visuelle Einschränkungen</p> <p>Physische Unfähigkeit bei den Tests mitzumachen</p> <p>Neurologische Erkrankungen</p> <p>Amputationen oder Prothesen</p> <p>Verwendung von Medikamenten mit einem Einfluss auf das Gleichgewicht</p> <p>Ausüben von körperlichen Aktivitäten zweimal (oder mehr) pro Woche</p> <p>Kürzliche Teilnahme an einem Übungsprogramm für Kraft oder GGW</p>

Note: OP= Osteoporose; ADL= Aktivitäten des täglichen Lebens; KI= Kontraindikationen; GGW= Gleichgewicht



**Tabelle 12**

Durchgeführte Messungen

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Anzahl und Zeitpunkt der Messungen	2 Messungen; Vor und nach der Interventionsphase	2 Messungen Vor und nach der Interventionsphase	3 Messungen Vor Intervention, 2 Wochen und 3 Monate nach der Intervention	3 Messungen Vor und nach der Intervention, 12 Monate nach der Intervention	2 Messungen Vor und nach der Interventionsphase
Outcome-Messungen (relevant für Fragestellung der Arbeit)	BBS	BBS	TUG	MWS	Limits of Stability Test
	FR	TUG	OLB links	TUG	CTSIBm
	BwTW	CTSIB	OLB rechts	FR	
	FAS	Sturztagebuch	→ alle Messungen jeweils mit und ohne kognitiver Aufgabe		

**Tabelle 12** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Restliche Outcome-Messungen	<p>Kyphoseindex mit dem „flexicurve ruler“;</p> <p>Modifizierter Baecke Fragebogen zur körperlichen Aktivität für ältere Personen;</p> <p>OFDQ: Bereich funktionelle Fähigkeiten;</p> <p>Fragebogen zur Lebensqualität bei OP (OQLQ);</p> <p>7-fach skalierte Frage bezüglich des generellen Wohlbefindens und der Gesundheit verglichen mit vor der Intervention</p>	Gesundheitsfragebogen	-	<p>General Health Questionnaire GHQ-20 (Erfassen der Lebensqualität sowie aufzeigen von Distress und Psychopathie);</p> <p>Quality of life Questionnaire issued by the European Foundation for Osteoporosis (QUALEFFO-41)</p>	<p>Modified Baecke Questionnaire for older adults</p> <p>Isometrische Muskelkraft untere Extremitäten</p> <p>Muskellänge Hamstrings</p>

Note: BBS= Berg Balance Scale; FR= Functional Reach; BwTW= Backward tandem Walk; FAS= Functional Assessment System; TUG= Timed Up and Go Test; CTSIB= Clinical Test for Sensory Interaction in Balance; CTSIBm= modifizierter Clinical Test for Sensory Interaction in Balance; OLB= One Leg Balance; MWS= Maximal Walking Speed; OP= Osteoporose; OFDQ= Osteoporosis Functional Disability Questionnaire; OQLQ= Osteoporosis Quality of Life Questionnaire

**Tabelle 13**

Intervention(en)		Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Ziel der Intervention	Vergleich von Übungen im Wasser, Übungen an Land und keine Übungen im Bezug auf GGW, Funktion und Lebensqualität	Effekt eines 12-monatigen Gleichgewichtstrainingprogrammes auf die Funktionelle und statische Balance, die Mobilität sowie Sturzhäufigkeit von Frauen mit OP zu untersuchen	Vergleich eines Übungsprogrammes isoliert mit demselben Übungsprogramm in Kombination mit kognitiven Aufgaben auf das GGW	Effekt eines 3-monatigen Circuit-Trainings und einer 3-stündigen Schulung (Umgang mit OP) auf Mobilität, GGW, auf die krankheitsspezifische und die „generic health-related“ Lebensqualität und auf die Anzahl Frakturen	Effektivität von Gleichgewichtstraining und Krafttraining sowie von Gleichgewichtstraining in Kombination mit Dehnen zu messen und diese zu vergleichen (im Bezug auf die Posturale Kontrolle)	
Dauer der Intervention	20 Wochen	12 Monate	6 Wochen	3 Monate	8 Wochen	

**Tabelle 13** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Interventionsgruppe 1	n = 26  Übungen im Wasser: Gang, Haltungskorrektur, Beweglichkeit der Extre- mitäten, Dehnen, Rumpf- stabilisation, Wider- standsübungen, Gleich- gewichtsaktivitäten;  3x/Woche, 50min	n = 34  Gleichgewichtstraining  1x/Woche 1h in der Gruppe, 3x/Woche 30min selbstständig	n = 37  Wahrnehmungsübungen (Massage der Fusssohlen sowie Automobilisation der Füsse), Dehnübungen für die unteren Extremitäten, den Rumpf und den Hals, Gleichgewichts-, Koordina- tions- und Geschicklich- keitsübungen (Ballspiele) und funktionelle Übungen (rückwärts, vorwärts und seitwärts gehen, aufstehen vom Boden her)+ kognitive Aufgaben während den Übungen  2x/Woche	n = 74  Gleichgewichts-, Koor- dinationstraining, Hal- tungsschulung  2x/Woche 1h  +1x 3h Information	n = 17  Kräftigungsgruppe;  Gleichgewichtsübungen sowie Kräftigungsübungen für die unteren Extremitäten  2x/Woche, 1h
Interventionsgruppe 2	n = 27  Übungsschwerpunkte, Frequenz und Dauer: analog der Interventions- gruppe 1, aber nicht im Wasser, sondern an Land	-	-	-	n = 18  Dehnungsgruppe;  Gleichgewichtsübungen analog Kräftigungsgruppe sowie Dehnübungen der unteren Extremität  2x/Woche, 1h

**Tabelle 13** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Kontrollgruppe	n = 23	n = 32	n = 31	n = 42	n = 16
	Wait-List-Kontrollgruppe; Keine Intervention, monatliche soziale Treffen	Keine Intervention, Info bezüglich Sturzprophylaxe	Analog Interventionsgruppe aber ohne kognitive Aufgaben	Keine Intervention	Keine Intervention, Info zur OP

Note: GGW= Gleichgewicht; OP= Osteoporose; n= Anzahl

**Tabelle 14**

Einschätzung der Güte – positive Aspekte

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Rekrutierung der Teilnehmerinnen und Einteilung in die Gruppen	Patientenrekrutierung detailliert beschrieben Gruppeneinteilung randomisiert	die beiden Gruppen sind ähnlich zu Beginn	Gruppeneinteilung randomisiert	Gruppeneinteilung randomisiert  Gruppen waren ähnlich zu Beginn  Stichprobengrösse für das Hauptmerkmal berechnet	Gruppeneinteilung randomisiert  Gruppen waren ähnlich zu Beginn  Genügend grosse Stichprobe → wurde berechnet  Relativ repräsentative Stichprobe
Messsituationen	Messsituationen soweit beurteilbar standardisiert gestaltet; detailliert beschrieben  Die Untersucher wussten nicht, wer zu welcher Gruppe gehörte  Hauptautoren gehören nicht zu den Therapeuten, welche die Interventionen durchführten	Messsituationen soweit beurteilbar standardisiert gestaltet  Die Untersucher wussten nicht, wer zu welcher Gruppe gehörte	Hauptautoren gehören nicht zu den Therapeuten, welche die Interventionen durchführten	Tests/Testsituationen standardisiert  Die Untersucher wussten nicht, wer zu welcher Gruppe gehörte	Messsituationen soweit beurteilbar standardisiert gestaltet  Die Untersucher wussten nicht, wer zu welcher Gruppe gehörte

**Tabelle 14** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Messinstrumente/ Tests	Verschiedene Messinstrumente angewandt  Gewählte Messinstrumente haben eine gute bis ausgezeichnete Reliabilität	Verschiedene Messinstrumente angewandt  Die durchgeführten Messungen wurden standardisiert, die Messungen mit Quellen angegeben  reliable Messinstrumente  Anwendbar in der Praxis	Messinstrumente mit Quellen angegeben (für Zuverlässigkeit)  Korrelation zwischen den Messinstrumenten wurde geprüft, um zu verhindern, dass zweimal dasselbe gemessen wird	Quellenangaben zu den Messinstrumenten	-
Intervention	Ort war standardisiert (für alle TN gleich)  Anwendbar in der Praxis  Genaueres Programm kann angefordert werden	Ort war standardisiert (für alle TN gleich)  Anwendbar in der Praxis  Interventionsprogramm relativ genau angegeben (Angaben zu Übungen/Inhalt) sowie zeitlicher Aufteilung  Auch die Kontrollgruppe wurde behandelt → standardisierte Behandlung für Osteoporose und Information  TN der Kontrollgruppe trafen sich mehrmals.	Jede Gruppe hatte dieselbe Anzahl Lektionen bei den verschiedenen Therapeuten  Anwendbar in der Praxis  Interventionsprogramm relativ genau angegeben (Angaben zu Übungen/Inhalt) sowie zeitlicher Aufteilung  Auch die Kontrollgruppe erhielt eine Behandlung, → vermeiden, dass sie weniger über das Ziel der Studie Bescheid wissen	Ort war standardisiert (für alle TN gleich)  Anwendbar in der Praxis  Interventionsprogramm relativ genau beschrieben	Ort war standardisiert (für alle TN gleich)  Anwendbar in der Praxis  Versuch Ko-Interventionen zu Vermeiden

**Tabelle 14** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Datenanalyse, Resultate und Diskussion	<p>Berücksichtigung allfälliger Messfehler</p> <p>Auch nicht signifikante Ergebnisse werden aufgeführt (nicht nur diejenigen, welche für die Autoren positiv wären)</p> <p>Ausführliche Angabe von weiteren Forschungsfragen/ -aspekten</p> <p>Stärken und Schwächen werden diskutiert</p>	<p>Verbesserungen durch das Übungsprogramm werden anhand von anderen Studien erklärt sowie in einen Bezug zur Praxis gebracht</p>	<p>Auch nicht signifikante Ergebnisse werden aufgeführt (nicht nur diejenigen, welche für die Autoren positiv wären)</p> <p>Verbesserungen durch das Übungsprogramm werden anhand von anderen Studien erklärt sowie in einen Bezug zur Praxis gebracht</p>	<p>Fehlende Daten wurden statistisch ergänzt</p> <p>Viele Limitationen aufzeigt</p>	<p>Weitere Forschungsfragen und –aspekte werden ausführlich angegeben</p> <p>Verbesserungen durch das Übungsprogramm werden anhand von anderen Studien erklärt sowie in einen Bezug zur Praxis gebracht; deren klinische Bedeutung dargestellt</p> <p>Datenanalyse soweit beurteilbar angemessen</p>
Aufbau der Studie	<p>Genau beschrieben; scheint sehr sorgfältig durchgeführt worden zu sein</p>	<p>Methodenteil, Interventionsprogramm und Messinstrumente sind sehr ausführlich beschrieben</p>	<p>Vorgehen genau beschrieben und bei allen TN gleich</p>	<p>Genaue Beschreibung des Vorgehens</p>	
Andere Aspekte	<p>Bewilligung einer Ethikkommission vorhanden</p> <p>Forschungslücke gut begründet</p>	<p>Begriffe (bezüglich Tests) gut erklärt, was gemacht wurde, inkl. Begründung</p> <p>Beitragende Faktoren, welche das Resultat positiv beeinflusst haben könnten sind aufgeführt</p>	<p>Ethische Faktoren wurden mit einbezogen (stimmt mit den Prinzipien der Helsinki-Deklaration überein)</p> <p>Signifikanzniveau: strenger als bei den meisten anderen Studien</p>	<p>Bewilligung einer Ethikkommission vorhanden</p> <p>Langzeiteffekt mittels Follow-Up erfasst</p>	<p>Bewilligung einer Ethikkommission vorhanden</p> <p>Begriff der Posturalen Kontrolle wurde kurz definiert → Hauptfokus auf der posturalen Kontrolle</p>

Note: TN= Teilnehmerinnen; inkl. = inklusive



**Tabelle 15**

Einschätzung der Güte – negative Aspekte

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Wahl der Stichprobe und Gruppeneinteilung	<p>Wait-List-Prinzip → die TN der Kontrollgruppe waren gleichzeitig Teil einer Interventionsgruppe</p> <p>Für gewisse Tests eine zu geringe Stichprobe</p> <p>Patientinnen konnten sich selber melden → waren tendenziell eher motivierter</p> <p>TN hatten bereit zu Beginn wenig Verbesserungspotenzial in gewissen Tests</p>	<p>TN konnten selber entscheiden ob sie mitmachen wollten oder nicht → waren eventuell eher motivierter</p> <p>Auswahl der TN nicht schön randomisiert</p>	<p>Stichprobe eher klein</p> <p>Stichproben nicht ähnlich (Kontrollgruppe schlechter → hat mehr Verbesserungspotenzial)</p> <p>die angefragten Patientinnen nahmen alle bereits an einem Präventionsprogramm für die Folgen von OP teil</p>	<p>Stichprobe eher klein</p> <p>Stichprobe nur für eine relativ stark eingegrenzte Population repräsentativ</p>	-
Messsituationen und Messinstrumente/ Tests	<p>Dadurch dass sehr viele Outcome-Messungen gemacht und analysiert wurden, war es schwieriger signifikante Resultate zu erzielen</p>	<p>TN mussten sich an vergangene Stürze erinnern → unklar wie vollständig diese Erinnerungen sind</p> <p>Keine Angabe zur Wahl der Messinstrumente</p> <p>Verwendung zahlreicher Outcome-Messungen → Resultat der Kontrollgruppe tendenziell stärker, statistisch signifikante Resultate erschwert</p>	<p>Reihenfolge der Messungen nicht standardisiert sondern randomisiert</p>	<p>Einige Messungen (Fragebögen) sind subjektiv und daher abhängig von der Motivation und Einstellung der TN</p>	<p>Kaum Quellenangaben zu den Testmethoden; z.T. unklar wie zuverlässig diese sind</p> <p>Goniometer misst nicht sonderlich genau</p> <p>Mittels den verwendeten Messinstrumente wird nur ein Teil der posturalen Kontrolle gemessen</p>

**Tabelle 15** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Intervention	<p>Unklar wie weit Ko-Interventionen vermieden wurden → aufgenommen wurde nur ob Kalzium zusätzlich eingenommen wurde</p> <p>Dosierungen und genaue Auswahl der Übungen relativ ungenau angegeben</p> <p>Die Interventionsdauer von 20 Wochen könnte zu kurz sein, damit die Patientinnen ihr volles Potential ausschöpfen können</p>	<p>Dosierungen relativ ungenau angegeben, allerdings genauer als bei anderen Studien</p> <p>Keine Angaben zu möglicher Kontaminierung</p>	<p>Bei den Übungen: keine Angaben bezüglich der Dosierung und Dauer</p> <p>Interventionen allenfalls nicht ganz ortsunabhängig</p> <p>Gefahr der Kontaminierung: Es wird nicht beschrieben, wie die Kontrollgruppe vor kognitiven Tasks geschützt wurde</p> <p>Ko-Interventionen: alle TN waren bereits Teil eines Programmes</p> <p>Angaben wann die kognitiven Aspekte genau hinzu kamen ungenau bzw. unklar</p> <p>Die Interventionsdauer von 12 Trainingseinheiten könnte zu kurz sein, damit der Effekt wirklich gemessen werden kann</p>	<p>Kaum Angaben zur Dosierung; schreiben, dass die Intensität angepasst wurde, jedoch nicht genau wie stark und wie oft</p> <p>Ko-Interventionen wurden nicht/nur ungenügend vermieden</p> <p>Die Interventionsdauer von 3 Monaten könnte zu kurz sein, damit die Patientinnen ihr volles Potential ausschöpfen können</p> <p>TN der Kontrollgruppe unterzeichneten nur den Informed Consent, erhielten ansonsten während der Versuchsdauer keine weitere Betreuung</p> <p>Der Einfluss des sozialen Kontakts/Austausches der Interventionsgruppe konnte nicht kontrolliert werden</p>	<p>Alle Studienteilnehmer wohnten relativ nahe zum Trainingscenter</p> <p>Wenig Angaben zur Dosierung</p> <p>Unklar ob ein 8-wöchiges Interventionsprogramm genügend lange ist, um das Potential der teilnehmenden Patientinnen auszuschöpfen</p> <p>TN der Interventionsgruppe hatten einen erhöhten sozialen Austausch im Vergleich zur Kontrollgruppe</p> <p>TN der Kontrollgruppe trafen sich untereinander nicht und erhielten abgesehen von einer Information bezüglich der Erkrankung, ihrer Prävention und Behandlung keine Aufmerksamkeit</p>

**Tabelle 15** (Fortsetzung)

	Arnold et al. (2008)	Madureira et al. (2007)	Veillant et al. (2006)	Bergland et al. (2011)	Nogueria Burke et al. (2012)
Diskussion	Limitationen und kritische Fragen könnten etwas differenzierter ausfallen  Schwierig zu beurteilen, da kaum signifikante Resultate erzielt werden konnten und daher Hypothesen weder bestätigt noch verworfen werden können.	Kaum Limitationen und kritische Fragen  wenig auf die exakten Werte eingegangen, sondern direkt auf die Tabellen verwiesen	Werte in den Tabellen sowie im Text scheinen nicht immer überein zu stimmen, zum Teil etwas ungenaue Erklärungen zur Tabelle  Messfehler wenig berücksichtigt  In der Schlussfolgerung wird die Fragestellung etwas vernachlässigt	Wenig Angaben zu Störfaktoren  Messfehler wenig berücksichtigt/ nicht ausgeschlossen  In Diskussion etwas grosser Fokus auf der Lebensqualität, obwohl dies nicht der primäre Fokus war	Limitationen und kritische Fragen könnten etwas differenzierter ausfallen  Unerwünschte/ausgebliebene Effekte werden etwas wenig aufgezeigt, sondern eher etwas weggelassen
Andere Aspekte	Wait-List-Kontrollgruppe für das Design eher ungeeignet (Daten doppelt verwendet)	Datenanalyse etwas lückenhaft beschrieben, dies erschwert die intersubjektive Nachvollziehbarkeit  Kein Follow-Up, nur Stand direkt nach dem Training gemessen  Keine Angaben bezüglich ethischer Punkte	Relativ wenige Begriffsdefinitionen  Legenden der Tabellen fehlen, im Text finden sich zum Teil Zahlen, die nicht aus den Tabellen ersichtlich sind	Relativ wenige Begriffsdefinitionen	

Note: TN= Teilnehmerinnen; OP= Osteoporose

## **Glossar**

### ***Ausdauer***

„Unter Ausdauer wird die Fähigkeit verstanden, eine gegebene Leistung über einen möglichst langen Zeitraum durchhalten zu können“ (Hollmann u. Strüder, 2009 zit. nach Haas & Schmidtbleicher, 2011, 203).

Quelle: Haas, H.-J. & Schmidtbleicher, D. (2011). 4.2. Training von Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit. In H. Bant, H.-J. Haas, M. Ophey & M. Steverding (Hrsg.), *Sportphysiotherapie* (S. 183-228). Stuttgart: Thieme.

### ***Backward Tandem Walk (BWTW)***

Beim BWTW müssen die Teilnehmenden rückwärts einer 8-fuss langen Linie entlang laufen und dabei jeweils mit den Zehen des hinteren Fusses die Ferse des Vorderen berühren. Gemessen werden die Anzahl Fehlritte (neben die Linie) während zwei Durchgängen. Dieser Test sei sensibel für Gleichgewichtsveränderungen bei selbstständig lebenden Erwachsenen (Arnold et al., 2008).

Quelle: Arnold, C. M., Busch, A. J., Schachter, C. L., Harrison, E. L. & Olszynski, W. P. (2008). A Randomized Clinical Trial of Aquatic versus Land Exercise to Improve Balance, Function, and Quality of Life in Older Women with Osteoporosis. *Physiother Can*, 60, 296-306.

### ***Berg Balance Scale (BBS)***

Beim BBS muss der Patient standardisierte Aufgaben ausführen, welche vom Tester mittels Beobachtung bewertet werden. Skaliert wird die Bewertung von 0 (nicht möglich) bis 4 (selbständig). Es können maximal 56 Punkte erzielt werden, je mehr Punkte ein Patient erzielt umso besser ist sein Resultat. Aufgeteilt sind diese standardisierten Aufgaben in drei Subkategorien (Stabilität, Haltingsreaktion und Gleichgewichtsreaktion) mit total 14 Items. Beispiele solcher Items sind: Transfer vom Sitzen zum Stehen, Stehen mit geschlossenen Augen oder Drehung um 360° (im Stand). Die Reliabilität des BBS wird mit sehr gut bis ausgezeichnet angegeben. Bezüglich der Validität gehen die Angaben ausei-

inander, so dass empfohlen wird den BBS nicht isoliert, sondern in Kombination mit anderen Tests zu verwenden.

Quelle: Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2012). *Assessments in der Rehabilitation – Band 1: Neurologie* (S. 299-305). Bern: Verlag Hans Huber.

### ***Beweglichkeit***

„Beweglichkeit ist die Fähigkeit, Bewegungen willkürlich mit der optimalen Schwingungsweite der beteiligten Gelenke auszuführen. Die Beweglichkeit ist (insbesondere auch im Seniorenalter) ein wichtiges Element der Lebensqualität und eine elementare Bedingung für qualitativ und quantitativ optimale Bewegungsausführungen. [...] Die Beweglichkeit wird durch die Struktur der Gelenke, sowie die Länge und Dehnungstoleranz von Sehnen, Bändern und Muskeln bestimmt.“.

Quelle: Hegner, J. (2009). *Training fundiert erklärt - Handbuch der Trainingslehre* (S.210). Herzogenbuchsee: INGOLDVerlag/BASPO.

### ***Clinical Test for Sensory Interaction in Balance (CTSIB) und deren modifizierte Variante (CTSIBm)***

Bei diesem Test wird davon ausgegangen, dass für das Gleichgewicht drei sensorische Systeme wichtig sind: Somatosensorik, vestibuläres und visuelles System. Getestet werden sechs verschiedene Positionen mit verschiedenen sensorischen Bedingungen, welche der Patient jeweils 30 Sekunden halten sollte. Ausgeführt wird der Test barfuss, in ca. schulterbreitem Stand. Als Material wird ein Foam (Tempurschaumstoffmatte von 50 x 50 x 8 cm) und einen Dome (Lampenschirm mit horizontalen Linien und vorne einem Kreuz zur Fixation der Augen) benötigt. Getestet wird jeweils der Stand mit offenen Augen, geschlossenen Augen, sowie beim Tragen der Dome, jeweils auf dem Boden und auf dem Foam. Gemessen wird mittels Beobachtung des Schwankens sowie bei der Testung 4 (Stand auf dem Foam mit offenen Augen) zusätzlich die Zeit bis

zum Gleichgewichtsverlust. Für den modifizierten CTSIB werden die Füße ganz nebeneinander gestellt und dafür die Situationen mit der Dome weggelassen. Es gibt beim mCTSIB also nur 4 Testsituationen. Die Reliabilität wird mit gut angegeben und die Validität für die Messung von Abweichungen von posturaler Kontrolle ebenfalls.

Quelle: Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2012). *Assessments in der Rehabilitation – Band 1: Neurologie* (S. 280-285). Bern: Verlag Hans Huber.

### ***Functional Assessment System - FAS (inkl. Sit-to-Stand und Self-paced-Walk)***

Das FAS bestehe aus 20 Variabeln, welche wiederum in fünf Gruppen eingeteilt würden (Hüft-, Knieeinschränkung, Physische Beeinträchtigung, soziales Handicap und Schmerz). Die Einzelnen Elemente werden anhand einer Skala von 0 (keine Einschränkung) bis 4 (totale Einschränkung) bewertet. Sowohl Validität als auch die intertester Reliabilität werden als gut angegeben (Öberg, Öberg & Öberg, 1994). Die zwei von Arnold et al. (2008) verwendeten Elemente sind der "Sit-to-Stand"-Test und der Self-paced-Walk. Für den Sit-to-Stand wurde eine Sitzhöhe verwendet, so dass die Hüftflexion der Teilnehmenden bei ca. 45° lag. Gemessen wurde wie oft die getestete Person innerhalb einer Minute aufstehen und wieder hinsetzen konnte. Für den Self-paced-Walk wurden die Teilnehmenden dazu aufgefordert, während 15m in ihrer gewohnten Geschwindigkeit zu gehen. Dabei wurde die Zeit gemessen, sowie auf den letzten 10m die Anzahl Schritte gezählt. Im Anschluss wurde die Ganggeschwindigkeit ausgerechnet (Arnold et al., 2008).

#### Quellen:

Arnold, C. M., Busch, A. J., Schachter, C. L., Harrison, E. L. & Olszynski, W. P. (2008). A Randomized Clinical Trial of Aquatic versus Land Exercise to Improve Balance, Function, and Quality of Life in Older Women with Osteoporosis. *Physiother Can*, 60, 296-306.

Öberg, U., Öberg, B., Öberg, T. (1994). Validity and Reliability of a New Assessment of Lower-Extremity Dysfunction. *Physical Therapy*, 74, 861-871.

### **Functional Reach (FR)**

Die FR misst die maximale Distanz, welche jemand den ausgestreckten Arm nach vorne reichen kann, ohne den sicheren Stand zu verlieren. Gemessen wird an der Spitze des Mittelfingers, mittels einem an der Wand befestigten Massstab. Die FR ist zudem Bestandteil des BBS, wo sie das Item Nummer 8 darstellt. Bei der Ausführung steht der Patient barfuss, in einem lockeren Stand. Der Massstab wird nun auf Höhe des Acromions angebracht. Anschliessend streckt der Patient den rechten Arm im rechten Winkel nach vorne. Für die Ausführung soll der Patient die Hand nun bequem so weit als möglich nach vorne reichen, ohne einen Schritt zu machen oder das Gleichgewicht zu verlieren. Durchgeführt werden zwei Probe- und drei Testversuche. Gezählt wird der Durchschnitt der drei Testversuche. Der Test testet zuverlässig (reliabel) und auch die Validität scheint gut zu sein.

Quelle: Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2012). *Assessments in der Rehabilitation – Band 1: Neurologie* (S. 259-263). Bern: Verlag Hans Huber.

### **Koordination**

Unter Koordination wird die Steuerung und Regulation der Motorik verstanden. Sie basiert auf komplexen Prozessen zur Regulierung der Muskelaktivitäten und ist die wichtigste Voraussetzung für das Motorische Lernen. Eine Unterteilung der Koordination in ihre verschiedenen Komponenten ist kaum möglich, es existieren verschiedene Varianten (Hegner, 2009). Eine mögliche Unterscheidung ist nach Hegner (2009) die folgende Aufteilung:

- Gleichgewichtsfähigkeit (Halten und Wiedererlangen des Gleichgewichtes)
- Differenzierungs-, Anpassungs-, und Umstellungsfähigkeit (situationsgerechte, ökonomische Bewegungen, exakte Abstimmung und Anpassung von Bewegungen an unterschiedliche Reaktionen)

- Reaktionsfähigkeit (überraschende Situationen sicher bewältigen und sich rasch auf veränderte Situationen einzustellen)
- Orientierungsfähigkeit (Stellung des Körpers im Raum, Orientierung)
- Rhythmus- und Rhythmisierungsfähigkeit (Rhythmus einer Bewegung erfassen, Bewegungen rhythmisch umsetzen)
- Lernfähigkeit (lernen neuer Bewegungsabläufe)

Quelle: Hegner, J. (2009). *Training fundiert erklärt - Handbuch der Trainingslehre*. Herzogenbuchsee: INGOLDVerlag/BASPO.

### **Kraft**

Die motorische Eigenschaft Kraft lässt sich in drei Erscheinungsformen einteilen (Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer) und weist verschiedene Aktionsformen (konzentrisch, exzentrisch, isometrisch, exzentrisch-konzentrisch) auf.

Quelle: Haas, H.-J. & Schmidtbleicher, D. (2011). 4.2. Training von Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit. In H. Bant, H.-J. Haas, M. Ophey & M. Steverding (Hrsg.), *Sportphysiotherapie* (S. 183-228). Stuttgart: Thieme.

### **Limits of Stability Test (LoST)**

Nogueira Burke et al. (2012) führten den LoST mittels der „Forceplate Balance Master“ der Firma NeuroCom aus. Der LoST misst die maximale Distanz, welche eine Person ihren Körperschwerpunkt nach vorne verlagern kann, ohne das Gleichgewicht zu verlieren oder einen Schritt machen zu müssen. Dabei steht die Person auf einer entsprechenden Krätemessplatte. In acht Versuchen muss die Person ihren Körperschwerpunkt auf Kommando möglichst schnell und weit in die vorgegebene Richtung (acht verschiedene Richtungen) bewegen. Anschliessend soll die Position (möglichst nahe beim Vorgegebenen Ziel) gehalten werden. Für jeden Versuch hat die Person acht Sekunden Zeit. Gemessen wird jeweils die Reaktionszeit, die Bewegungsgeschwindigkeit, die Verlagerung des Körperschwerpunktes bei der ersten Bewegung sowie deren maximale Verlagerung während den acht Sekunden und der Richtungskontrolle. Für die Richtungskontrolle werden die Bewegungen in die vorgegebene Rich-



tung mit denen in andere Richtungen verglichen (NeuroCom, a division of Natus, 2002).

#### Quellen:

Nogueira Burke, T., Renovato França, F. J., Ferreira de Meneses, S. R., Rodrigues Pereira, R. M., & Marques, A. P. (2012). Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises. A randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 26, 1021-1031.

NeuroCom, a division of Natus. (2012). Limits of Stability (LOS). Heruntergeladen von

<http://resourcesonbalance.com/neurocom/protocols/motorImpairment/los.aspx>  
am 12.4.2015 um 18:43

#### ***Maximum Walking Speed (MWS)***

Bergland et al. (2011) massen die maximale Gehgeschwindigkeit ihrer Teilnehmerinnen mittels dem MWS. Dabei mussten die Teilnehmerinnen möglichst schnell 20m gehen, während sie ihre gewohnten Schuhe trugen. Falls ein Hilfsmittel verwendet worden war, wurde dies entsprechend dokumentiert.

Bergland et al. (2011) geben diese Messung als reliable Messung für die maximale Ganggeschwindigkeit an.

Quelle: Bergland, A., Thorsen, H. & Kåresen, R. (2011). Effect of exercise on mobility, balance, and health-related quality of life in osteoporotic women with a history of vertebral fracture: a randomized, controlled trial. *Osteoporos Int*, 22, 1863-1871.

#### ***One Leg Balance (OLB) - Einbeinstand***

Für den OLB soll der Patient auf einem Bein stehen, wobei der andere Fuss ca. 5cm vom Boden abgehoben werden soll, die Beine sollen sich dabei nicht berühren und die Arme sind entweder vor dem Körper verschränkt oder hängen neben dem Körper. Beim OLB gibt es verschiedene Möglichkeiten zur Messung. Es kann die Zeit gemessen werden, wie lange jemand auf einem Bein stehen kann. Es kann aber auch gezählt werden, wie oft jemand in einer be-

stimmten Zeit absteht muss. Als Abbruchkriterien werden meistens folgende verwendet: Absteht/Berühren des Bodens mit dem Spielbein (nur bei der Zeitmessung), Berührung des Standbeins, Verdrehen oder Hüpfen des Standbeins oder Bewegungen des Armes. Zur Reliabilität kann in der Literatur keine einheitliche Angabe gefunden werden. Die Angaben zur Reliabilität reichen von schlecht bis exzellent. Zur Validität konnte aufgezeigt werden, dass er eine Voraussagekraft für Stürze mit Verletzungen habe. Weiter wird empfohlen, den OLB in der Praxis nicht als alleinige Messung anzuwenden. Auch sei er als Verlaufszeichen weniger gut geeignet, da die Responsivität schlecht sei.

Quelle: Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2012). *Assessments in der Rehabilitation – Band 1: Neurologie* (S. 264-268). Bern: Verlag Hans Huber.

### ***Schnelligkeit***

„Schnelligkeit wird als Fähigkeit verstanden, Wahrnehmung, Entscheidungen, Reaktionen und Bewegungen in sehr kurzer Zeit schnellstmöglich auszuführen“.

Quelle: Haas, H.-J. & Schmidbleicher, D. (2011). 4.2. Training von Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit. In H. Bant, H.-J. Haas, M. Ophey & M. Steverding (Hrsg.), *Sportphysiotherapie* (S. 216). Stuttgart: Thieme.

### ***Timed Up and Go (TUG)***

Mittels dem TUG kann die Mobilität von Patienten beurteilt werden. Für die Ausführung startet der Patient auf einem Stuhl (mit Armlehnen), steht auf, muss drei Meter weit gehen, dort umdrehen und wieder zurück zum Stuhl gehen, wo er sich wieder hinsetzen hat. Tragen sollte die Person ihre gewohnten Schuhe und auch das im Alltag verwendete Hilfsmittel darf verwendet werden. Gemessen wird die für die gesamte Ausführung benötigte Zeit. Der TUG weist eine sehr gute Intratester- und Intertester-Reliabilität sowie inhaltliche Validität auf.

Quelle: Schädler, S., Kool, J., Lüthi, H., Marks, D., Oesch, P., Pfeffer, A. & Wirz, M. (2012). *Assessments in der Rehabilitation – Band 1: Neurologie* (S. 155-159). Bern: Verlag Hans Huber.

## ***Training***

Laube (2009) definiert Training als ein komplexer Prozess, der sich sowohl an einem Ziel orientiert, als auch an verschiedenen allgemeingültigen Grundsätzen. So muss der Trainingsreiz eine gewisse Stärke haben, dass er für den Patienten zu einer Leistungssteigerung führen kann. Die Höhe dieses Reizes ist abhängig vom individuellen Trainingszustand. Bei einem tieferen Trainingszustand folgt eine schnellere und stärkere Adaption als bei einem hohen Trainingszustand. Da sich der Trainingszustand ändert, ist eine Belastungssteigerung im Verlaufe des Trainings nötig und Unterbrechungen des Trainings sollen vermieden werden. Weiter muss die Belastung individuell und altersgemäss gestaltet werden (Laube, 2009). Es gäbe noch weitere Grundsätze, auf die hier aus Platzgründen nicht weiter eingegangen werden kann.

Quelle: Laube, W. (2009). 14. Training der sensomotorischen Hauptbeanspruchungsformen Koordination, Ausdauer und Kraft. In W. Laube (Hrsg.), *Sensomotorisches System, physiologisches Detailwissen für Physiotherapeuten* (S. 556-635). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.